

**SINTESIS, UJI ANTIOKSIDAN DAN KARAKTERISASI FORMULA
HIDROGEL EKSTRAK DAUN KELOR SEBAGAI *EDIBLE COATING*
PADA BUAH JERUK**

SKRIPSI

**Oleh:
SITI FAUZIYAH
NIM. 17630020**



**PROGRAM STUDY KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

**SINTESIS, UJI ANTIOKSIDAN DAN KARAKTERISASI FORMULA
HIDROGEL EKSTRAK DAUN KELOR SEBAGAI *EDIBLE COATING*
PADA BUAH JERUK**

SKRIPSI

**Oleh:
SITI FAUZIYAH
NIM. 17630020**

**Diajukan Kepada:
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2022**

**SINTESIS, UJI ANTIOKSIDAN DAN KARAKTERISASI FORMULA
HIDROGEL EKSTRAK DAUN KELOR SEBAGAI *EDIBLE COATING*
PADA BUAH JERUK**

SKRIPSI

**Oleh:
SITI FAUZIYAH
NIM. 17630020**

**Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal : 20 Desember 2022**

Pembimbing I



**Eny Yulianti, M.Si
NIP. 19760611200501 2 006**

Pembimbing II



**Ahmad Hanapi, S.Si, M.Sc
NIDT. 19851225 20160801 1 069**

**Mengetahui,
Ketua Program Studi**



**Rachmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810831 200801 2 010**

**UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN MORFOLOGI HIDROGEL
EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera* Lamk.) DENGAN
GELLING AGENT CMC-Na**

SKRIPSI

**Oleh:
SITI FAUZIYAH
NIM. 17630020**

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal : 20 Desember 2022**

**Ketua Penguji : A. Ghanaim Fasya, M.Si
NIP. 19820616 200604 1 002**

**Anggota Penguji I : Lilik Miftahul Khoiroh, M.Si
NIP. 19831226201903 2 008**

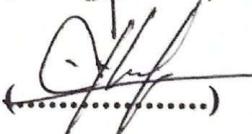
**Anggota Penguji II : Eny Yulianti, M.Si
NIP. 19760611200501 2 006**

**Anggota Penguji III : Ahmad Hanapi, M.Sc
NIDT. 19851225 20160801 1 069**


(.....)


(.....)


(.....)


(.....)

**Mengetahui
Ketua Program Studi,**


**Rachmawati Ningsih, M.Si
NIP. 19810913 200801 2 010**



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Siti Fauziyah

NIM : 17630020

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Sintesis, Uji Antioksidan dan Karakterisasi Formula Hidrogel Ekstrak Daun Kelor sebagai *Edible Coating* pada Buah Jeruk

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang Saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan atau fikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau fikiran saya sendiri, kecuali dengan menyantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudin hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiblanan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 19 Desember 2022

Yang membuat pernyataan



Siti Fauziyah

NIM. 17630020

MOTTO

وَأَفْوِضْ أَمْرِي إِلَى اللَّهِ

“Dan aku menyerahkan urusanku kepada Allah”

Q.S Gafir (40): 44

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

لَا حَوْلَ وَلَا قُوَّةَ إِلَّا بِاللَّهِ الْعَلِيِّ الْعَظِيمِ

“Tiada daya dan upaya kecuali dengan kekuatan Allah yang Maha Tinggi lagi Maha Agung”

“Ilmu tidak akan didapat kecuali dengan bersabar atas kesulitan”.

(Imam Syafi’ie)

“Ilmu bukanlah apa yang dihafal, akan tetapi yang bermanfaat”.

(Imam Syafi’ie)

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahillobbil'alaamiin..

Sujud syukur dan segala puji kepada Allah SWT atas sekenario-Nya dan jalan takdir terbaik yang telah digariskan dari harapan yang dipanjatkan sampai terselesaikannya skripsi yang jauh dari kata sempurna ini.

Lantunan Al-Fatihah beriring sholawat serta do'a tiada henti, saya persembahkan karya sederhana ini kepada:

Kedua orang tua saya, Bapak Waris dan Ibu Sunarti yang setiap waktu selalu memanjatkan doa-doa terbaik dan mendukung baik dalam bateril maupun motivasi yang berharga kepada anak-anaknya untuk menyelesaikan dan tidak menyerah dalam menulis tugas akhir ini

Kedua saudara saya, Ahmad Farid dan Laila Amilatun atas semangat, cinta, kasih, dan sayangnya dan yang tiada henti mendo'akan kesuksesan saya. Teman seperjuangan saya yang selalu memberikan dukungan dan semangat.

Sahabat-sahabat kimia, Terima kasih atas kebersamaanya, semangatnya, dan kenangannya. Rekan-rekan PPAP Nurul Ummah, Terima kasih sudah mengajarkan banyak pelajaran hidup dan ilmu agama selama saya dipesantren. Teman-teman kos Dahlia atas semangatnya. Terimakasih telah menjadi bagian dalam perjalanan hidup saya di bangku kuliah. Semoga kita bisa dipertemukan kembali di perlintasan kesuksesan masing-masing.

Aamiin Allahumma Aamiin..

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, puji syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, karena limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan semaksimal mungkin, walaupun masih jauh dari kesempurnaan. Semoga dari apa yang penulis upayakan ini, dapat bermanfaat bagi kita semua. Sholawat serta salam semoga selalu terlimpahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW sebagai suriteladan terbaik, penuntun umatnya agar senantiasa berlandaskan Al-Qur'an dan hadist.

Penulis juga bersyukur atas selesainya proposal skripsi dengan judul **“Sintesis, Uji Antioksidan dan Karakterisasi Formula Hidrogel Ekstrak Daun Kelor sebagai *Edible Coating* pada Buah Jeruk”** ini yang dilaksanakan di Laboratorium Riset Kimia Fisika. Penyusunan laporan ini dimaksudkan sebagai salah satu syarat untuk melakukan penelitian tugas akhir.

Selama proses penyusunan skripsi ini penulis mendapat banyak bimbingan, nasihat petunjuk serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih seiring do'a dan harapan kepada:

1. Prof. Dr. Zainuddin, M.A., selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Ibu Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3. Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Eny Yulianti, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan nasehat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Ahmad Hanapi, M.Si selaku pembimbing agama yang telah mengarahkan integrasi al-Qur'an dan Hadist yang sesuai dengan penelitian.
6. Bapak A. Ghanaim Fasya, M.Si dan Ibu Lilik Miftahul Khoiroh, M.Si selaku penguji tugas akhir yang telah bersedia menguji dan memberikan masukan dan saran.
7. Seluruh bapak ibu dosen Jurusan Kimia dan segenap Laboran serta Staf administrasi Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah membantu dalam proses penelitian.
8. Orang tua penulis, Bapak Waris dan Ibu Sunarti, serta kedua saudara penulis yang telah banyak memberikan perhatian, nasihat, doa, dan dukungan baik moril maupun materil yang tak mungkindibalaskan juga keluarga besar penulis.
9. Bapak dan Ibu Pengasuh Pondok Pesantren Asrama Putri Nurrul Ummah yang telah menjadi orang tua selama di Malang.
10. Teman-teman jurusan Kimia angkatan 2017 khususnya dan semua mahasiswa Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberi motivasi, dan masukannya kepada penulis.
11. Semua rekan-rekan sekamar di PPAP Nurrul Ummah dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas segala bantuan kepada penulis.

Seiring do'a dan harapan semoga apa yang telah mereka berikan kepada penulis, mendapatkan balasan yang lebih baik dari Allah SWT. Penulis menyadari atas terbatasnya ilmu yang penulis miliki, dalam penyusunan proposal skripsi ini masih terdapat kekurangan. Terlepas dari segala kekurangan, semoga skripsi ini dapat memberikan informasi dan kontribusi positif serta bermanfaat bagi kita semua. *Aamiin Ya Robbal Alamin.*

Malang, 20 Desember 2022

Penulis

Siti Fauziah

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR PERSAMAAN	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT.....	xviii
مستخلص.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Kelor (<i>Moringa oleifera</i> Lamk.)	8
2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi Daun Kelor	8
2.1.2 Kandungan Kimia dan Pemanfaatan Daun Kelor	9
2.2 Ekstraksi Sonikasi (<i>Ultrasonic-assisted extraction</i>)	11
2.3 Uji Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder	14
2.4 Antioksidan	22
2.5 Radikal Bebas	24
2.6 Metode Uji Antioksidan DPPH	25
2.7 Hidrogel Daun Kelor.....	28
2.7.1 Definisi Hidrogel	28
2.7.2 Sintesis Formulasi Hidrogel.....	30
2.7.2.1 Basis Pembentuk Hidrogel.....	30
2.7.2.2 Natrium Benzoat	32
2.7.2.3 Gliserin.....	33
2.7.2.4 Aquades.....	35
2.8 Karakterisasi	35
2.8.1 Uji Daya Serap (<i>Swelling</i>) Formula Hidrogel.....	35
2.8.2 Karakterisasi Morfologi Gel Daun Kelor dengan <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	36
2.9 Aplikasi Hidrogel Daun Kelor sebagai <i>Edible Coating</i> terhadap Susut Bobot Buah Jeruk Pascapanen	39

2.9.1 <i>Edible Coating</i>	39
2.9.2 Tanaman Jeruk (<i>Citrus nobilis</i>).....	40
2.9.3 Penanganan Buah Jeruk Pascapanen.....	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	43
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	43
3.2 Alat dan Bahan.....	43
3.2.1 Alat.....	43
3.2.2 Bahan	44
3.3 Rancangan Penelitian.....	44
3.4 Tahapan Penelitian.....	45
3.5 Cara Kerja	46
3.5.1 Preparasi Sampel.....	46
3.5.2 Pembuatan Ekstraksi Daun Kelor	46
3.5.3 Uji Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH	47
3.5.3.1 Pembuatan Larutan DPPH	47
3.5.3.2 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum (λ_{max}).....	47
3.5.3.3 Analisis Kadar Antioksidan pada Sampel.....	47
3.5.4 Uji Fitokimia Senyawa Aktif Ekstrak Daun Kelor	49
3.5.4.1 Uji Alkaloid	49
3.5.4.2 Uji Flavonoid	49
3.5.4.3 Uji Tanin	49
3.5.4.4 Uji Saponin	50
3.5.4.5 Uji Steroid dan Triterpenoid	50
3.5.5 Sintesis Formula Hidrogel Daun Kelor.....	50
3.5.6 Uji Aktivitas Antioksidan Hidrogel Daun Kelor	52
3.5.7 Karakterisasi Hidrogel	52
3.5.7.1 Uji Daya Serap (<i>Swelling</i>)	53
3.5.7.2 Analisis Morfologi Hidrogel Daun Kelor	53
3.5.8 Aplikasi Hidrogel Sebagai <i>Edible Coating</i> pada Buah Jeruk	54
3.5.9 Pengujian Susut Bobot Buah Jeruk.....	54
3.5.10 Analisis Data	55
BAB IV PEMBAHASAN	57
4.1 Ekstraksi Ultrasonik Daun Kelor (<i>Moringa oleifera</i> Lamk.).....	57
4.2 Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Daun Kelor	59
4.3 Uji Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH	65
4.3.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum DPPH.....	65
4.3.2 Analisis Kadar Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Kelor.....	66
4.4 Sintesis Formula Hidrogel Daun Kelor (<i>Moringa oleifera</i> Lamk.)	79
4.5 Uji Aktivitas Antioksidan Formula Hidrogel Daun Kelor (<i>Moringa oleifera</i> Lamk.)	73
4.6 Uji Daya Serap (<i>Swelling</i>) Formula Hidrogel Daun Kelor.....	74
4.7 Karakterisasi Morfologi Hidrogel Daun Kelor menggunakan <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	80
4.8 Aplikasi Hidrogel Sebagai <i>Edible Coating</i> pada Buah Jeruk	82
4.9 Pemanfaatan Tanaman Kelor (<i>Moringa oleifera</i> Lamk.) dalam Perspektif Islam	89

BAB V PENUTUP	92
5.1 Kesimpulan	92
5.2 Saran	93
DAFTAR PUSTAKA	94
LAMPIRAN	101

ABSTRAK

Fauziyah, Siti. 2022. **Sintesis, Uji Antioksidan dan Karakterisasi Formula Hidrogel Ekstrak Daun Kelor sebagai *Edible Coating* pada Buah Jeruk.**
Pembimbing I: Eny Yuilanti, M.Si ; Pembimbing II: Ahmad Hanapi, M.Si.

Kata Kunci: *Kelor, Hidrogel, Antioksidan, swelling, Edible coating*

Penelitian yang dikembangkan yaitu pemanfaatan daun kelor sebagai zat aktif dalam hidrogel yang mengandung antioksidan dan diaplikasikan pada kulit dan buah pascapanen. Tujuan penelitian ini untuk menentukan formulasi gel antioksidan dan mengetahui pengaruh variasi konsentrasi ekstrak daun kelor terhadap aktivitas antioksidan hidrogel, mengetahui morfologi formula hidrogel ekstrak daun kelor dan pengaruh hidrogel sebagai *edible coating* terhadap persentase susut bobot buah jeruk pascapanen.

Tahapan penelitian ini meliputi ekstraksi daun kelor dilakukan dengan metode sonikasi menggunakan pelarut etanol 70% dan dikeringkan dengan *rotary evaporator*. Uji fitokimia senyawa aktif ekstrak daun kelor meliputi uji alkaloid, flavonoid, saponin, tannin, steroid dan triterpenoid. Formulasi hidrogel ekstrak daun kelor dengan variasi ekstrak daun kelor F0, F1, F2, F3 dan F4. Uji aktivitas antioksidan hidrogel daun kelor menggunakan metode DPPH, ditentukan berdasarkan nilai IC_{50} dan distandarisasi kekuatan antioksidannya dengan metode Nilai Aktivitas Antioksidan (AAI). Karakterisasi hidrogel yaitu nilai presentase *swelling*, karakterisasi morfologi permukaan hidrogel daun kelor menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).

Hasil penelitian menunjukkan hidrogel formula 4 menghasilkan perubahan karakteristik yang baik, nilai presentase *swelling* dan karakterisasi morfologi permukaan hidrogel daun kelor menggunakan SEM lebih baik dibandingkan hidrogel formula 0 atau tanpa ekstrak. Kadar antioksidan hidrogel terbaik yaitu formula hidrogel F4 dengan nilai IC_{50} 24,29 ppm. Morfologi hidrogel ekstrak daun kelor F4 memiliki distribusi pori lebih besar dibandingkan dengan hidrogen F0 tanpa penambahan ekstrak. Aplikasi hidrogel daun kelor sebagai *edible coating* pada buah jeruk memberikan pengaruh signifikan terhadap susut bobot buah jeruk selama empat belas hari dan hasil susut bobot buah jeruk diolesi hidrogel F4 sebesar 7,41% lebih kecil dibandingkan susut bobot buah tanpa diolesi hidrogel.

ABSTRACT

Fauziyah, Siti. 2022. **Synthesis, Antioxidant Activity and Characterization of Hydrogel Formulas of Moringa Leaf Extract as an Edible Coating for Citrus.**
Supervisor I: Eny Yuilanti, M.Si ; Supervisor II: Ahmad Hanapi, M.Si.

Keywords: *Moringa oleifera*, Hydrogel, Antioxidant, swelling, edible coating

The research being developed is the utilization of Moringa leaves as an active substance in hydrogels containing antioxidants and applied to the skin and fruit after harvest. The purpose of this study was to determine the antioxidant gel formulation and to determine the effect of variations in the concentration of Moringa leaf extract on the antioxidant activity of hydrogels, the morphology and the effect of the hydrogel as an edible coating on the percentage of postharvest citrus weight loss.

The stages of this research included the extraction of secondary metabolites by sonication extraction method using 70% ethanol and drying with a rotary evaporator. Phytochemical tests of the active compounds of Moringa leaf extract included tests for alkaloids, flavonoids, saponins, tannins, steroids and triterpenoids. Hydrogel formulation of Moringa leaf extract with variations of Moringa leaf extract F0, F1, F2, F3 and F4. The antioxidant activity test of Moringa leaf gel used the DPPH method, determined based on the IC₅₀ value and standardized its antioxidant strength using the Antioxidant Activity Value (AAI) method. Hydrogel characterization, ratio swelling and surface morphological characterization of Moringa leaf hydrogel using Scanning Electron Microscope (SEM).

The results showed that formula 4 hydrogel produced good characteristic changes, swelling percentage values and surface morphological characterization of Moringa leaf hydrogel using SEM were better than hydrogel formula 0 (without extract). The best hydrogel antioxidant content was the F4 hydrogel formula with an IC₅₀ value of 24.29 ppm. The hydrogel morphology becomes more homogeneous and smoother with the addition of Moringa leaf extract. The morphology of the Moringa leaf extract hydrogel F4 has a larger pore distribution than hydrogen F0 without the addition of the extract. Application of Moringa leaf hydrogel as an edible coating on citrus fruits had a significant effect on citrus fruit weight loss for fourteen days and the resulting weight loss was 7.41% less than the fruit weight loss without smearing edible coating.

مستخلص

فَوزِيَّة، سَيْتِي. 2022. صَنَعَ، إِخْتِبَارَاتِ مُضَادَّاتِ الْأَكْسِدَةِ وَتَوْصِيفِ تَرْكِيِبَاتِ هَيْدُرُوجِيَلِ مُسْتَخْلَصِ أُورَاقِ الْمُورِينَجَا كَطِلَاءَاتٍ صَالِحَةٍ لِلْأَكْلِ عَلَى الْبُرْتُقَالِ.
الْمُشْرِفُ الْأَوَّلُ: إِيِّيُّ يُولْيَانِي الْمَاجِسْتِيرُ، الْمُشْرِفُ الثَّانِي: أَحْمَدُ حَنَفِي الْمَاجِسْتِيرُ

الْكَلِمَاتُ الْمِفْتَاحِيَّةُ: الْمُورِينَجَا ، هَيْدُرُوجِيَلِ ، مُضَادُّ لِلْأَكْسِدَةِ ، اِنْتِفَاحِ ، طِلَاءِ صَالِحَةٍ لِلْأَكْلِ

الْبَحْثُ الَّذِي يَجْرِي تَطْوِيرُهُ هُوَ اسْتِخْدَامُ أُورَاقِ الْمُورِينَجَا كَمَادَّةٍ فَعَّالَةٍ فِي الْهَلَامِيَّاتِ الْمَائِيَّةِ الَّتِي تَحْتَوِي عَلَى مُضَادَّاتِ الْأَكْسِدَةِ وَتُطَبَّقُ عَلَى الْجِلْدِ وَالْمَاكِهَةِ بَعْدَ الْحَصَادِ. كَانَ الْعَرَضُ مِنْ هَذِهِ الدَّرَاسَةِ هُوَ تَحْدِيدُ تَرْكِيِبَةِ الْهَلَامِ الْمُضَادِّ لِلْأَكْسِدَةِ وَتَحْدِيدُ تَأْثِيرِ الْإِخْتِلَافَاتِ فِي تَرْكِيِبِ مُسْتَخْلَصِ أُورَاقِ الْمُورِينَجَا عَلَى النِّشَاطِ الْمُضَادِّ لِلْأَكْسِدَةِ فِي الْهَلَامِيَّاتِ الْمَائِيَّةِ، لِتَحْدِيدِ شَكْلِ تَرْكِيِبَةِ هَيْدُرُوجِيَلِ مُسْتَخْلَصِ أُورَاقِ الْمُورِينَجَا وَتَأْثِيرِهَا. هَيْدُرُوجِيَلِ كَطِلَاءِ صَالِحِ لِلْأَكْلِ عَلَى نِسْبَةِ الْإِنْكِمَاشُونِ الْحُمُضِيَّاتِ بَعْدَ الْحَصَادِ.

اسْتَمَلَتْ مَرَاكِلُ هَذَا الْبَحْثِ عَلَى اسْتِخْلَاصِ أُورَاقِ الْمُورِينَجَا بِطَرِيقَةِ الصَّوْتِنَةِ بِاسْتِخْدَامِ 70٪ إِيْتَانُولِ وَتَحْفِيفِهَا بِمَخْرٍ دَوَّارٍ. تَضَمَّنَ الْإِخْتِبَارَ الْكِيمِيَاءِيِّ النَّبَاتِيِّ لِلْمَرْكَبَاتِ النَّشِطَةِ لِمُسْتَخْلَصِ أُورَاقِ الْمُورِينَجَا إِخْتِبَارَاتِ لِلْقُلُونِدَاتِ وَالْفَلَاوُونِيدَاتِ وَالصَّابُونِينَ وَالْعَفْصُ وَالْمُنَشِّطَاتِ وَالتَّرِيْتَرِينُويْدِ. تَرْكِيِبَةُ هَيْدُرُوجِيَلِ لِمُسْتَخْلَصِ أُورَاقِ الْمُورِينَجَا مَعَ إِخْتِلَافَاتِ فِي مُسْتَخْلَصِ أُورَاقِ الْمُورِينَجَا F0 و F1 و F2 و F3 و F4. اسْتُخْدِمَ إِخْتِبَارُ نِشَاطِ مُضَادَّاتِ الْأَكْسِدَةِ لِحَلِّ أُورَاقِ الْمُورِينَجَا طَرِيقَةً DPPH ، وَالَّتِي تَمَّ تَحْدِيدُهَا بِنَاءً عَلَى قِيَمَةِ IC₅₀ وَتَوْحِيدِ قُوَّتِهَا الْمُضَادَّةِ لِلْأَكْسِدَةِ بِاسْتِخْدَامِ طَرِيقَةِ قِيَمَةِ نِشَاطِ مُضَادَّاتِ الْأَكْسِدَةِ (AAI). تَوْصِيفُ الْهَيْدُرُوجِيَلِ ، أَي قِيَمَةِ نِسْبَةِ التَّوْرَمِ ، وَتَوْصِيفُ التَّشَكُّلِ السَّطْحِيِّ لِهَيْدُرُوجِيَلِ أُورَاقِ الْمُورِينَجَا بِاسْتِخْدَامِ مِجْهَرِ الْإِلِكْتْرُونِ (SEM)

أُظْهَرَتْ النَّتَائِجُ أَنَّ الصِّيْعَةَ 4 هَيْدُرُوجِيَلِ أَنْتَجَتْ تَغْيِيرَاتٍ مُمَيَّزَةً جَيِّدَةً ، وَقِيَمِ نِسْبَةِ الْإِنْتِفَاحِ ، وَتَحْلِيلِ هَنْدَسَةِ الْهَيْدُرُوجِيَلِ بِاسْتِخْدَامِ الْمِجْهَرِ الضَّوئِيِّ وَالتَّوَصِيفِ الْمُورْفُولُوجِيِّ السَّطْحِيِّ لِهَيْدُرُوجِيَلِ أُورَاقِ الْمُورِينَجَا بِاسْتِخْدَامِ SEM كَانَتْ أَفْضَلُ مِنْ صِيْعَةِ الْهَيْدُرُوجِيَلِ 0 أَوْ بِدُونِ مُسْتَخْلَصِ. كَانَ أَفْضَلُ مُحتَوَى مُضَادِّ لِلْأَكْسِدَةِ لِلِهَيْدُرُوجِيَلِ هُوَ تَرْكِيِبَةُ F4 هَيْدُرُوجِيَلِ بِقِيَمَةِ IC₅₀ تَبْلُغُ 24.29 الشَّكْلُ الْمُورْفُولُوجِيُّ لِمُسْتَخْلَصِ أُورَاقِ الْمُورِينَجَا هَيْدُرُوجِيَلِ F4 لَهُ تَوْزِيْعٌ مَسَامٌ أَكْبَرَ مِنْ الْهَيْدُرُوجِيَلِ بِدُونِ إِضَافَةِ الْمُسْتَخْلَصِ. يُصْبِحُ مُورْفُولُوجِيَا الْهَيْدُرُوجِيَلِ أَكْثَرَ بَحَاسًا وَأَكْثَرَ سَلَاسَةً مَعَ إِضَافَةِ مُسْتَخْلَصِ أُورَاقِ الْمُورِينَجَا. تَطْبِيقُ هَيْدُرُوجِيَلِ أُورَاقِ الْمُورِينَجَا كَطِلَاءِ صَالِحِ لِلْأَكْلِ عَلَى ثَمَارِ الْحُمُضِيَّاتِ لَهُ تَأْثِيرٌ مَعْنَوِيٌّ عَلَى فِقْدَانِ وَزْنِ ثَمَارِ الْحُمُضِيَّاتِ لِمُدَّةِ أَرْبَعَةِ عَشَرَ يَوْمًا وَنَتَائِجُ فِقْدَانِ الْوِزْنِ أَقَلَّ ب 7.41 % مِنْ فِقْدَانِ الْوِزْنِ بِدُونِ تَلْطِيخِ.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia merupakan negara agraris dengan sumber daya alam yang melimpah dengan beragam tanaman yang dapat dimanfaatkan sebagai obat. Seiring dengan meningkatnya minat masyarakat terhadap obat-obatan alami, berbagai obat ekstrak tumbuhan menjadi populer dan lebih diunggulkan untuk pengobatan tradisional dan dianggap sebagai salah satu jawaban atas permasalahan masyarakat dalam bidang kesehatan, karena obat tradisional lebih murah, mudah didapat dan memiliki efek samping lebih kecil. Sering terjadi pada pengobatan dengan bahan kimia sintesis. Sebagian besar penyakit dalam tubuh manusia diawali dari adanya reaksi oksidasi yang berlebihan didalam tubuh yang dapat membentuk radikal bebas yang sangat aktif dan dapat merusak struktur serta fungsi sel (Yuliani & Dienina, 2015). Radikal bebas terbentuk dalam tubuh melalui proses metabolisme, sel yang rusak dan aktivitas yang berat. Selain itu, dapat disebabkan oleh lingkungan akibat polusi udara, pencemaran lingkungan, makanan, asap, sinar matahari dan sebagainya.

Radikal bebas merupakan molekul reaktif dengan elektron tunggal yang tidak stabil pada orbital terluarnya sehingga terjadi penyerangan dengan mengikat elektron dari DNA didalam sel manusia dan dapat menyebabkan kerusakan sel serta menyebabkan sel-sel mutan (Yulianto, 2020). Radikal bebas memiliki dampak buruk bagi tubuh manusia karena dapat memicu terjadinya stroke, arterosklerosis, penyakit jantung koroner, gagal ginjal, penuaan dini, serta dapat

menyebabkan potensi kerusakan pada biomolekul dengan merusak integritas lipid, protein, dan DNA yang mengarah pada peningkatan stres oksidatif (Arnanda & Nuwarda, 2019).

Dampak buruk yang disebabkan oleh radikal bebas dapat diminimalisir dengan antioksidan. Antioksidan merupakan senyawa yang menyumbangkan elektron tunggal atau hidrogen untuk proses reduksi dalam sel tubuh. Oleh karena itu, antioksidan dapat menetralkan, menurunkan dan menghambat pembentukan radikal bebas baru di dalam tubuh dengan cara menjadi pendonor elektron untuk radikal bebas, sehingga elektron bebas dalam radikal bebas menjadi berpasangan dan menghentikan kerusakan dalam tubuh (Arnanda & Nuwarda, 2019). Antioksidan dapat melawan pengaruh buruk kesehatan dari radikal bebas atau *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang terbentuk sebagai hasil dari metabolisme oksidatif yaitu hasil dari reaksi-reaksi kimia dan proses metabolik yang terjadi dalam tubuh (Yulianto, 2020). Oleh karena itu, tubuh perlu perlindungan serangan radikal bebas dengan mengonsumsi antioksidan. Sumber bahan makanan alami yang mengandung antioksidan dapat diperoleh dari sayur-sayuran dan buah-buahan.

Salah satu jenis tumbuhan yang diduga sebagai antioksidan adalah kelor (*Moringa oleifera* L.). Kelor kaya akan nutrisi dan berpotensi sebagai tanaman herbal dengan kandungan yang dimilikinya sehingga disebut sebagai pohon ajaib (Kamal & Aris, 2021). Sebagian masyarakat terutama Indonesia bagian timur, mengenal daun kelor sebagai tumbuhan yang dimanfaatkan untuk dikonsumsi. Selain itu, masyarakat menggunakan daun kelor sebagai tanaman obat untuk

mengatasi masalah kesehatan secara tradisional (Irawan dkk, 2019). Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* L.) memiliki beberapa kandungan yang bermanfaat, sehingga sangat berpotensi digunakan dalam pangan, kosmetik dan industri (Aminah dkk, 2015). Manfaat senyawa bioaktif yang telah diketahui tersebut merupakan antioksidan alami yang sebagian besar mudah larut dalam air dan berpotensi sebagai bioaktivitas seperti antimikroba (Dima dkk, 2016), antiinflamasi (Ulfa dkk, 2016), antikanker (Apriani *et al.*, 2019), pencegahan malnutrisi (Rahayu dkk, 2018), antidiabetes (Radiansah dkk, 2013) serta antioksidan (Erika dkk, 2014).

Antioksidan dalam daun kelor memiliki aktivitas netralisasi radikal bebas yang mencegah kerusakan oksidatif di sebagian besar biomolekul dan menghasilkan perlindungan yang signifikan terhadap kerusakan oksidatif (Kamal & Aris, 2021). Hal ini sebagai bukti bahwa Allah SWT tidak menciptakan langit dan bumi serta apa yang ada diantaranya secara sia-sia, terdapat hikmah dalam penciptaan langit dan bumi tersebut (Jalaluddin & Jalaluddin, 1990). Sebagaimana firman Allah dalam Q.S. Al-An'am ayat 99, dijelaskan bahwa terdapat tanda-tanda kekuasaan Allah di setiap ciptaannya.

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً ۖ فَأَخْرَجْنَا بِهِ ۖ نَبَاتٍ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُخْرِجُ مِنْهُ
حَبًّا مُتَرَاكِبًا ۖ وَمِنَ النَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ
مُتَشَابِهٍ ۗ انظُرُوا إِلَىٰ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۗ إِنَّ فِي ذَٰلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ

Artinya: “Dan Dialah yang menurunkan air dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan, maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau, Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang kurma, mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula)

zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah, dan menjadi masak. Sungguh, pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman.” (Q.S. Al-An’am (6): 99).

Ciri khas bagi orang yang berakal dalam surat Ali Imran ayat 190-191, adalah mereka yang memperhatikan ciptaan-ciptaan Allah, seperti langit dan bumi beserta isinya. Lalu, mereka juga mengingat Allah SWT sebagai penciptanya (Jalaluddin & Jalaluddin, 1990). Mereka memikirkan hal-hal demikian dalam segala keadaan, baik itu sambil berdiri, duduk, ataupun berbaring. Mereka pula memikirkan keindahan ciptaan Allah, rahasia-rahasia kejadiannya, manfaat, hikmah dan segalanya yang dikandung dalam alam ini. Semua itu merupakan bukti jelas yang menunjukkan kekuasaan dan keesaan Allah SWT, bagi orang-orang yang berakal (Yaqub, 2009).

Salah satu aplikasi dalam hal ini adalah memanfaatkan tumbuhan-tumbuhan ciptaan Allah yang memiliki manfaat dan potensi yang baik dalam kehidupan manusia. Tumbuhan kelor (*Moringa oleifera*) memiliki banyak sekali manfaat untuk kepentingan manusia. Sehingga, apabila kita berpikir, benarlah bahwa apa yang Allah ciptakan penuh dengan hikmah dan tidak sia-sia. Daun kelor memiliki kadar antioksidan yang tinggi. Berdasarkan hasil identifikasi oleh Putra dkk, (2016) melakukan uji fitokimia pada ekstrak etanol daun kelor didapatkan adanya beberapa senyawa metabolit sekunder antara lain flavonoid, polifenol dan tannin. Sedangkan penelitian Kamal & Aris (2021) menggunakan ekstrak akuades panas (70⁰C) dihasilkan positif senyawa alkaloid, flavonoid, tannin dan triterpenoid dalam daun kelor. Hasil identifikasi Yuliani (2015) diperoleh positif terdapat senyawa flavonoid, saponin, tannin dan terpenoid.

Salah satu uji aktivitas antioksidan yang paling umum digunakan adalah melalui penangkapan radikal bebas (*free radical scavenging*) menggunakan radikal *1,1-difenil-2-pikrilhidrazil* (DPPH) (Erika dkk, 2014). Spektroskopi UV-Vis digunakan untuk mengukur jumlah cahaya yang diabsorpsi, ditransmisi, atau direfleksikan oleh sampel. Tujuan metode DPPH adalah mengetahui parameter konsentrasi yang ekuivalen memberikan 50% efek aktivitas antioksidan (IC_{50}). Hal ini dapat dicapai dengan cara menginterpretasikan data eksperimental dari metode tersebut. DPPH merupakan radikal bebas yang dapat bereaksi dengan senyawa yang dapat mendonorkan atom hidrogen, dapat berguna untuk pengujian aktivitas antioksidan komponen tertentu dalam suatu ekstrak (Ikhrar dkk, 2019). Metode spektrofotometri menggunakan DPPH merupakan metode yang sederhana, mudah, sensitif, dan menggunakan sampel dalam jumlah yang sedikit dengan waktu yang singkat (Edhisambada, 2011).

Pengujian aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun kelor menggunakan metode penentuan IC_{50} yaitu melalui reaksi penghambatan terhadap radikal DPPH (*2,2-Diphenyl-1-Picrylhydrazyl*) yang ditunjukkan dengan nilai IC_{50} . Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Hasanah dkk, (2017) menggunakan variasi konsentrasi untuk F0, F1, F2 dan F3 adalah 0%, 1%, 2% dan 3%, diperoleh IC_{50} ekstrak etanol sebesar 89,305 ppm dan aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun kelor dalam sediaan gel adalah 129,245 ppm. Sedangkan penelitian (Kamal & Aris, 2021) diperoleh aktivitas antioksidan yang sedang dengan nilai IC_{50} sebesar 50,595 $\mu\text{g/mL}$. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kemampuan mengikat radikal DPPH pada ekstrak etanol daun kelor tergolong aktif. Pengujian

antioksidan dilakukan dalam kondisi sudah diolah menjadi serbuk daun kelor dan telah diekstrak maupun diolah menjadi sediaan gel.

Ekstraksi menggunakan metode sonikasi atau *Ultrasonic-assisted extraction* (UAE) merupakan metode ekstraksi yang menggunakan gelombang ultrasonic dengan frekuensi ($\geq 20\text{kHz}$) menggunakan pelarut organik dapat menyebabkan proses ekstraksi senyawa organik pada tanaman dan biji bijian dapat berlangsung lebih efisien, aman dan hasil rendemen maksimal (Sakinah, 2019). Dinding sel dari bahan dipecah dengan getaran ultrasonik sehingga kandungan yang ada di dalamnya dapat keluar dengan mudah.

Pelarut organik yang digunakan dalam proses ekstraksi sonikasi adalah etanol. Menurut (Irawan, *et al.*, 2019). Pelarut etanol dipilih karena etanol merupakan pelarut yang aman dan tidak toksik, dapat mengekstrak senyawa baik yang bersifat polar ataupun semi polar, tidak beracun, dapat bercampur dengan air, lebih efektif, kapang dan kuman sulit tumbuh dalam etanol 20% ke atas, tidak beracun, dan netral, serta panas yang diperlukan untuk pemekatan lebih sedikit. Etanol merupakan pelarut yang mampu mengekstrak senyawa flavonoid, saponin, tanin, antrakuinon, terpenoid, dan alkaloid (Hasanah dkk, 2017).

Gel merupakan sediaan semipadat atau kental, yang dibuat dengan mencampur ekstrak (zat aktif) dengan basis yang sesuai. Basis air dalam membentuk gel memiliki kemampuan melembabkan dengan bahan yang mengandung banyak air, memiliki efek sejuk di kulit (Hasanah dkk, 2017). Sediaan gel dengan basis air dipilih untuk formulasi ekstrak etanol daun kelor sebagai antioksidan untuk kulit. Formulasi gel membutuhkan senyawa *gelling*

agent sebagai bahan pembentukan gel. Bahan pembentuk gel yang sering digunakan adalah CMC-Na. CMC-Na merupakan bahan pembentukan gel golongan polimer semi sintetik yang memiliki stabilitas tinggi (Rinaldi dkk, 2020). Keuntungan sediaan gel adalah penampilan sediaan yang jernih dan elegan, elastis, mudah dicuci dengan air, pelepasan obatnya baik, daya sebar pada kulit baik (Sugihartini dkk, 2020). Hidrogel memiliki banyak keuntungan termasuk memberi efek menenangkan dan melembabkan kulit di daerah tropis.

Berdasarkan penjelasan di atas, banyak sekali manfaat yang diperoleh dari daun kelor. Penelitian dan pemanfaatan daun kelor tersebut masih terbatas dan belum dikembangkan di Indonesia terutama masyarakat di Banyuwangi. Pengolahan daun kelor yang tidak optimal dapat mengurangi manfaat nutrisi yang terdapat dalam daun kelor. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang aktivitas antioksidan yang terdapat pada daun kelor hasil ekstraksi sonikasi untuk mendapatkan senyawa metabolit sekunder dari daun kelor. Hasil ekstraksi diuji antioksidan menggunakan metode DPPH. Kemudian dijadikan sebagai sediaan gel dengan basis air untuk formulasi ekstrak etanol daun kelor dan dilakukan evaluasi sifat fisik sediaan gel serta mengukur aktivitas antioksidannya menggunakan metode DPPH. Penelitian ini akan dikaji pengaruh konsentrasi ekstrak terhadap sifat fisik dan kadar antioksidan hidrogel daun kelor agar dapat diketahui konsentrasi ekstrak yang memberikan sifat fisik dan kadar antioksidan yang baik dan tidak mengiritasi.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap aktivitas antioksidan hidrogel daun kelor (*Moringa oleifera*) menggunakan metode DPPH?

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap aktivitas antioksidan hidrogel daun kelor menggunakan metode DPPH.

1.4 Batasan Masalah

1. Sampel yang digunakan adalah serbuk daun kelor (*Moringa oleifera*) dari CV. Kelorwangi Berkah Melimpah
2. Metode ekstraksi yang digunakan adalah ekstraksi sonikasi dengan pelarut etanol.
3. Metode pengujian aktivitas antioksidan digunakan metode DPPH (*1,1-difenil-2-pikrilhidrazil*).
4. Senyawa yang dilakukan uji fitokimia meliputi senyawa flavonoid, saponin, tanin dan triterpenoid.
5. Pembuatan gel berdasarkan standart ketentuan kesehatan dan farmasi
6. Variasi konsentrasi ekstrak daun kelor dalam formulasi gel yaitu 0, 10, 20, 30 dan 40%.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Kegunaan Teoritis

- a. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperluas wawasan bagi penulis mengenai kadar antioksidan dalam daun kelor, formulasi gel daun kelor dengan sifat fisiknya.
- b. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan bagi pengembangan ilmu pengetahuan tentang kajian pengaruh ekstrak daun kelor terhadap kadar antioksidan hidrogel daun kelor.

2. Kegunaan Praktis

- a. Bagi akademisi, hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi ilmiah dan pengetahuan bagi akademisi mengenai potensi daun kelor sebagai antioksidan alami yang mampu mencegah oksidasi radikal bebas.
- b. Bagi praktisi, diharapkan hasil penelitian ini dapat dapat bermanfaat bagi Jurusan Kimia UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, sebagai bahan masukan berupa informasi tentang pengolahan daun kelor yang efektif sehingga dapat dijadikan acuan serta dikembangkan dalam penelitian selanjutnya.
- c. Pihak lain, manfaat penelitian ini untuk pihak lain adalah untuk memberi informasi atau pengetahuan tentang manfaat daun kelor dibidang kesehatan serta cara pengolahan yang terbaru.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.)

Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* L.) merupakan tanaman perdu familia Moringaceae dengan ketinggian 7-11 meter yang memiliki daun majemuk menyirip ganda 2-3 posisinya tersebar, berbentuk bulat telur dengan ukurannya kecil-kecil bersusun majemuk dalam satu tangkai (Aminah dkk, 2015). Kelor dapat tumbuh subur mulai dari dataran rendah sampai ketinggian 700 m di atas permukaan laut pada daerah tropis maupun subtropis pada semua jenis tanah, tahan terhadap musim kering dengan toleransi terhadap kekeringan sampai 6 bulan serta mudah dibiakkan dan tidak memerlukan perawatan yang intensif (Purba, 2020). Terdapat beberapa julukan untuk pohon kelor, antara lain; *The Miracle Tree*, *Tree For Life* dan *Amazing Tree*. Julukan tersebut muncul karena bagian pohon Kelor mulai dari daun, buah, biji, bunga, kulit, batang, hingga akar memiliki manfaat yang luar biasa. Di samping itu, tanaman kelor memiliki beberapa kandungan yang bermanfaat, sehingga sangat berpotensi digunakan dalam pangan, kosmetik dan industry (Purba, 2020).



Gambar 2.1 Tumbuhan Kelor (*Moringa oleifera*) (Isnain & Nur Haedah, 2017)

Morfologi daun kelor berupa daun majemuk menyirip ganda 2-3 posisinya tersebar, tanpa daun penumpu, atau daun penumpu telah mengalami metamorphosis sebagai kelenjar-kelenjar pada pangkal tangkai daun. Daun kelor merupakan jenis daun bertangkai karena hanya terdiri atas tangkai dan helaian saja. Tangkai daun berbentuk silinder dengan sisi atas agak pipih, menebal pada pangkalnya dan permukaannya halus. Bentuk daunnya bulat atau bundar (*orbicularis*), pangkal daunnya tidak bertoreh. Pangkal daunnya membulat (*rotundatus*) dan ujung daunnya tumpul (Jadhav *et al.*, 2016). Klasifikasi tanaman kelor (*Moringa oleifera*) adalah sebagai berikut (Integrated Taxonomic Information Sistem, 2013; (Hardiyanthi, 2015):

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Brassicales
Famili	: Moringaceae
Genus	: Moringa
Spesies	: <i>Moringa oleifera</i>

2.1.1 Gizi dan Pemanfaatan Daun Kelor

Kelor merupakan tumbuhan yang kaya akan nutrisi dan memiliki sifat fungsional karena tanaman ini mempunyai khasiat dan manfaat dibidang kesehatan manusia yang dapat dimanfaatkan untuk kepentingan makhluk hidup dan lingkungan (Isnain & Nur Haedah, 2017). Selain itu, kelor sangat berpotensi digunakan dalam pangan (Rahayu dkk, 2018), kosmetik dan industry (Baldisserotto *et al.*, 2018). Daun kelor merupakan salah satu bagian dari tanaman kelor yang telah banyak diteliti kandungan gizi dan kegunaannya. Kandungan gizi daun kelor segar dan kering ditunjukkan pada Tabel 2.1 (Isnain & Nur Haedah, 2017).

Tabel 2.1 Kandungan nilai gizi daun kelor segar dan kering

Komponen Gizi	Daun Segar	Daun Kering
Kadar air (%)	94.01	4,09
Protein (%)	22.7	28,44
Lemak (%)	4.65	2,74
Kadar abu	-	7,95
Karbohidrat (%)	51.66	57,01
Serat (%)	7.92	12,63
Kalsium (mg)	350-550	1600-2200
Energi (Kcal/100g)	-	307,30

Sumber: (Isnan & Nur Haedah, 2017)

Penelitian sebelumnya terhadap ekstraksi daun kelor (*Moringa oleifera*) menunjukkan adanya aktivitas antioksidan yang tinggi dalam proses in vivo dan in vitro (Aminah dkk, 2015). Selain itu, dalam daun kelor (*Moringa oleifera*) kaya akan phytochemicals, karoten, vitamin, mineral, asam amino, senyawa flavonoid phenolic (Baldisserotto *et al.*, 2018).

2.2 Ekstraksi Sonikasi (Ultrasonik)

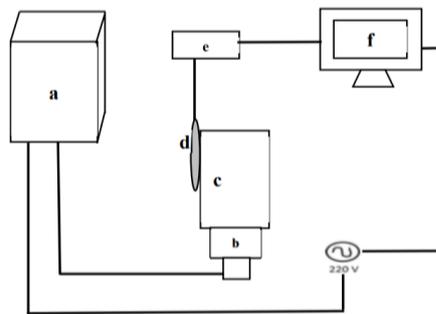
Ekstraksi merupakan suatu cara yang digunakan untuk memisahkan suatu senyawa tertentu pada tumbuhan (Rahmatullah *et al.*, 2021). Ekstraksi sonikasi atau *Ultrasonic-assisted extraction* (UAE) merupakan metode ekstraksi yang menggunakan gelombang ultrasonik yaitu gelombang akustik dengan frekuensi ($\geq 20\text{kHz}$) menggunakan pelarut organik dapat menyebabkan proses ekstraksi senyawa organik pada tanaman dan biji bijian dapat berlangsung lebih efisien, aman dan hasil rendemen maksimal (Sakinah, 2019). Prinsip kerja ekstraksi ultrasonik yaitu dengan pengamatan sifat akustik gelombang ultrasonik yang dirambatkan melalui medium yang dilewati. Ketika suatu gelombang merambat,

medium yang dilewati akan mengalami getaran. Medium perambatan dengan cairan dikenal dengan nama *ultrasonic bath*. Getaran akan memberikan pengadukan intensif terhadap sampel selama proses ekstraksi. Pengadukan akan meningkatkan interaksi antara bahan dengan pelarut dan proses terjadinya osmosis sehingga akan meningkatkan proses ekstraksi (Adhiksana, 2017).

Pemilihan metode ekstraksi berpengaruh dengan hasil rendemen ekstrak yang diperoleh (Vongsak, 2013). Kelebihan ekstraksi dengan metode ultrasonik adalah peningkatan hasil komponen yang diekstraksi, peningkatan laju ekstraksi, pengurangan waktu ekstraksi, jumlah pelarut dan hemat energi (Bindes *et al.*, 2019). Selain itu, sistem ultrasonik berdaya tinggi dan frekuensi rendah dapat meningkatkan kualitas produk makanan, sedangkan sistem ultrasonik berdaya rendah dan frekuensi tinggi digunakan untuk penilaian non-destruktif dari sifat fisikokimia makanan. Manfaat terpenting dari teknologi ultrasonik adalah biaya produksi makanan yang rendah, konsumsi daya yang rendah, fleksibilitas dibandingkan dengan teknik lain, dan ramah lingkungan (Zahari *et al.*, 2020). Dinding sel dari bahan dipecah dengan getaran ultrasonik sehingga kandungan yang ada di dalamnya dapat keluar dengan mudah (Inggrid & Santoso, 2014).

Gelombang ultrasonik yang dihasilkan oleh transduser ditembakkan ke bahan yang diekstraksi, menyebabkan tegangan mekanik sehingga sampel menjadi partikel dengan ruang-ruang yang kecil dan gelombang ini juga dapat menimbulkan efek kaviasi (dapat memecah dinding sel) dan terjadi pemanasan lokal cairan serta meningkatkan difusi ekstrak. Energi kinetik dalam bahan yang diekstraksi dilewatkan ke semua bagian cairan, menyebabkan gelembung kavitasi muncul. Ukuran partikel dan ruang yang kecil tersebut akan meningkatkan

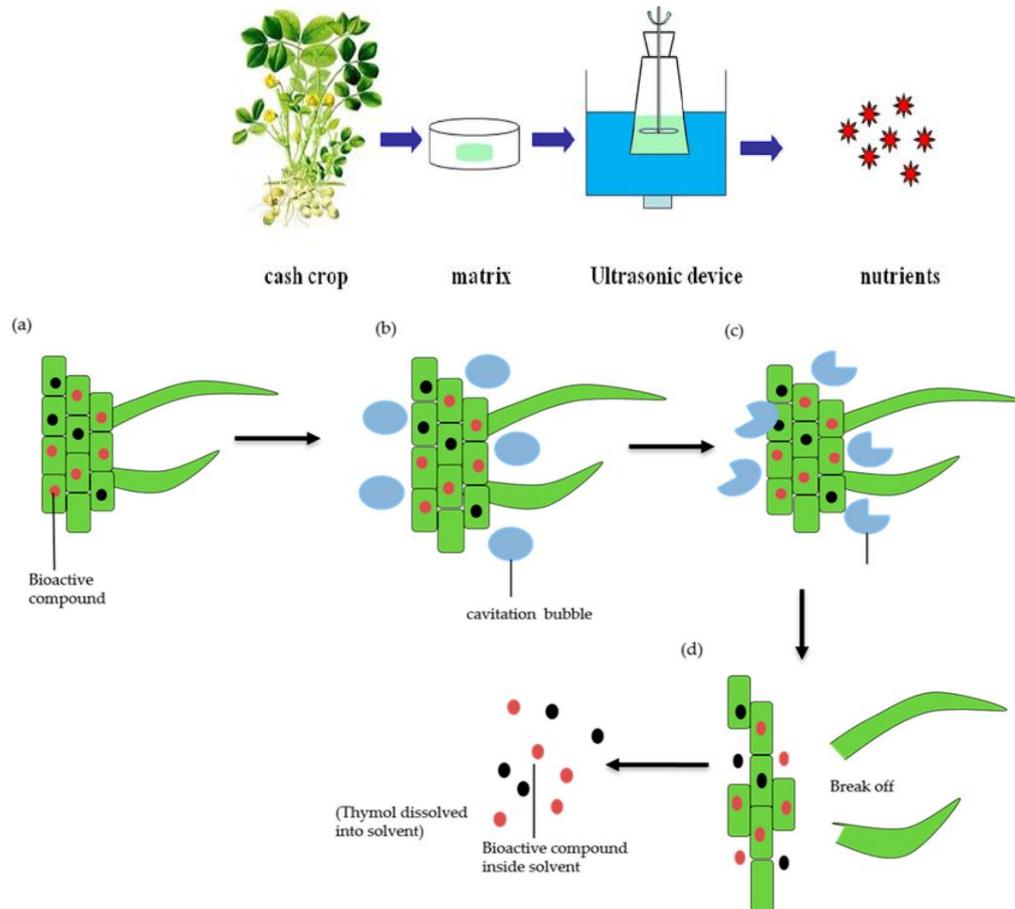
kelarutan metabolit dalam pelarut, dan efek kavitasi akan memudahkan senyawa keluar dari dinding sel (Adhiksana, 2017). Efek mekanisnya adalah meningkatkan penetrasi cairan ke dinding membran sel, mendukung pelepasan komponen sel, dan meningkatkan perpindahan massa. Kavitasasi ultrasonik menghasilkan gaya patah yang memecah dinding sel secara mekanis dan meningkatkan transfer material. Gambar 2.2 menunjukkan diagram sistem ekstraksi UEA yang dibangun. Sistem dibangun menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri dari generator ultrasonik, transduser piezoelektrik, mikrokontroler dan sensor suhu, sedangkan perangkat lunaknya adalah program akuisisi data menggunakan *Delphi and Arduino IDE* (Rahmatullah *et al.*, 2021).



Gambar 2.2 Desain Sistem UEA. a: generator ultrasonik, b: transduser, c: tabung reaktor, d: sensor suhu, e: mikrokontroler, f: komputer

Proses ekstraksi yang efisien juga bergantung pada frekuensi instrument, seperti panjang gelombang, waktu dan temperature dari ultrasonic (Yudistirani & Islam, 2019). Hal-hal yang mempengaruhi kemampuan ultrasonik untuk menimbulkan efek kavitasi yang diaplikasikan pada produk pangan antara lain karakteristik ultasonik (frekuensi, intensitas, amplitude, daya), karakteristik produk (viskositas, tegangan permukaan) dan kondisi sekitar seperti suhu dan tekanan (Górka *et al.*, 2013). Mekanisme potensial yang dapat terjadi selama

proses ekstraksi dan mekanisme perpindahan senyawa metabolit sekunder dari daun kelor ditunjukkan pada gambar 2.4 (Pongtuluran & Suzianti, 2020).



Gambar 2.3 Mekanisme perpindahan senyawa metabolit sekunder dari daun kelor menggunakan UEA (Pongtuluran & Suzianti, 2020). (a) gambar partikel daun di dalam pelarut; (b) pembentukan gelembung agitasi; (c) pecahnya gelembung kavitasi; (d) pelepasan komponen kimia kedalam pelarut

Pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi juga menentukan hasil rendemen ekstrak. Etanol dipilih sebagai pelarut karena lebih mempresentasikan jumlah polifenol dalam ekstrak yang lebih baik dibandingkan dengan pelarut air, lebih efisien dalam menembus dinding sel dan menarik polifenol untuk keluar dalam sel, dan bersifat preservative terhadap mikroorganismenya (Hasanah *et al.*, 2017). Etanol dengan konsentrasi 70% dengan 30 % air dipilih karena komponen

bioaktif flavonoid memiliki konsentrasi lebih besar dibandingkan dengan etanol secara murni (Patria & Soegihardjo, 2013).

Hasil ekstraksi daun kelor dari ultrasonic dikeringkan dengan metode pengeringan beku (*freeze drying*). *Freeze drying* merupakan salah satu teknik pengeringan pangan dengan prinsip proses pembekuan dan dilanjutkan dengan pengeringan sehingga dapat mengeluarkan/memisahkan sebagian besar air/pelarut dalam bahan yang terjadi melalui mekanisme sublimasi yang terjadi pada suhu dingin. Karena itu, proses gelatinisasi, karamelisasi, dan denaturasi tidak terjadi, sehingga pada bagian pangan yang kering tidak terjadi perubahan pembentukan kerak. Dengan demikian, uap air bisa berdifusi dengan baik dari bagian basah ke udara lingkungan, sehingga bisa dihasilkan produk yang kering dengan baik (Foodreview, 2013).

Perhitungan rendemen dilakukan dengan cara massa ekstrak dibagi dengan massa bahan baku kemudian dikali 100%. Berdasarkan penelitian Yudistirani & Islam (2019) telah dilakukan ekstraksi sonikasi daun kelor dengan pelarut etanol 96% dan air suling (1:20 w/v) dihasilkan rendemen 6,425 % dan hasil perhitungan kadar flavonoid sebesar 26,198 mg/kg. Selain itu, Jamilah (2021) juga melakukan penelitian dengan ekstraksi daun kelor menggunakan metode sonikasi dengan pelarut etanol diperoleh rendemen sebesar 9,52%.

2.3 Uji Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder

Fitokimia merupakan kajian ilmu yang mempelajari sifat dan interaksi senyawaan kimia metabolit sekunder dalam tumbuhan. Keberadaan metabolit sekunder ini sangat penting bagi tumbuhan untuk dapat mempertahankan dirinya

dari makhluk hidup lainnya, mengundang kehadiran serangga untuk membantu penyerbukan dan lain-lain. Metabolit sekunder juga memiliki manfaat bagi makhluk hidup lainnya (Julianto, 2019).

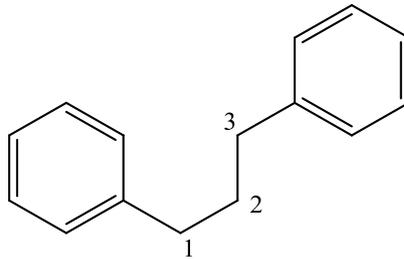
Uji kandungan kimia terutama senyawa metabolit sekunder yang ditemukan pada tumbuhan dilakukan melalui analisis kualitatif. Uji fitokimia merupakan metode pengujian awal untuk identifikasi kandungan senyawa aktif yang terkandung dalam tanaman secara kualitatif sehingga dapat digunakan sebagai obat dalam penyembuhan berbagai penyakit (Baldisserotto et al., 2018). Uji fitokimia pada tanaman obat diharapkan dapat memberikan informasi senyawa yang memiliki efek farmakologis tertentu yang dapat bermanfaat untuk penemuan obat baru yang dapat bersifat antibakteri, antivirus dan sebagainya (Saragih & Arsita, 2019).

Uji fitokimia merupakan cara untuk mengidentifikasi bioaktif yang belum tampak melalui suatu tes atau pemeriksaan yang dapat dengan cepat memisahkan antara bahan alam yang memiliki kandungan fitokimia tertentu dengan bahan alam yang tidak memiliki kandungan fitokimia tertentu. Skrining fitokimia merupakan tahap pendahuluan dalam suatu penelitian fitokimia yang bertujuan untuk memberikan gambaran tentang golongan senyawa yang terkandung dalam tanaman yang sedang diteliti (Saragih & Arsita, 2019). Metode skrining fitokimia dilakukan dengan melihat reaksi pengujian warna dengan menggunakan suatu pereaksi warna. Hal penting yang berperan penting dalam skrining fitokimia adalah pemilihan pelarut dan metode ekstraksi (Noer *et al.*, 2018). Skrining fitokimia serbuk simplisia dan sampel dalam bentuk basah meliputi pemeriksaan kandungan senyawa flavonoida, terpenoida/ steroida, tanin dan saponin.

Metabolit sekunder berupa molekul-molekul kecil, bersifat spesifik (tidak semua organisme mengandung senyawa sejenis), mempunyai struktur yang bervariasi, setiap senyawa memiliki fungsi atau peranan yang berbedabeda. Pada umumnya senyawa metabolit sekunder berfungsi untuk mempertahankan diri atau untuk mempertahankan eksistensinya di lingkungan tempatnya berada. Metabolit sekunder merupakan golongan senyawa yang terkandung dalam tubuh tumbuhan, hewan atau mikroorganisme yang terbentuk melalui proses metabolisme sekunder yang disintesis dari banyak senyawa metabolisme primer, seperti asetil koA, asam amino, dan senyawa antara jalur shikimate. Metabolit sekunder merupakan biomolekul yang dapat digunakan sebagai lead compounds dalam penemuan dan pengembangan obat-obat baru.

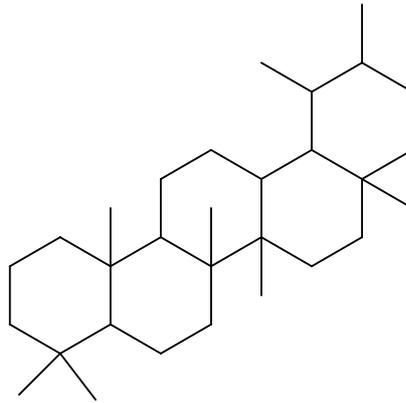
Flavonoid adalah kelompok senyawa fenil propanoid yang terdapat pada beberapa tumbuhan hijau dengan struktur dasar terdiri dari 15 atom karbon membentuk kerangka karbon C₆-C₃-C₆ yaitu dua cincin benzene (C₆) terikat pada suatu rantai propane (C₃) yang ditunjukkan pada Gambar 2.4 (Nuryanti & Pursitasari, 2014). Tanaman tingkat tinggi memiliki flavonoid yang berfungsi menyerap sinar ultra violet untuk mengarahkan serangga, pengaturan tanaman, pengaturan fotosintesis, anti mikroba dan kerja anti virus dan sehingga dapat bekerja pada serangga (Agustina & Tisnadajaja, 2019). Uji fitokimia senyawa flavonoid menggunakan metode Wilstater, hasil positif ditunjukkan dengan terjadinya perubahan warna merah-orange (Habibi *et al.*, 2018). Berdasarkan penelitian Putra *et al.*, (2016) hasil uji fitokimia pada daun kelor yang diekstrak menggunakan pelarut etanol diperoleh positif terkandung senyawa flavonoid

ditunjukkan dengan terbentuknya warna kuning atau jingga pada pelarut amil alkohol.



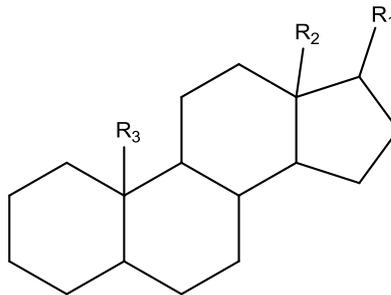
Gambar 2.4 Struktur senyawa Flavonoid (Habibi *et al.*, 2018)

Triterpenoid adalah senyawa organik yang kerangka karbonnya berasal dari enam satuan isoprena dan secara biosintesis diturunkan dari hidrokarbon asiklik, yaitu skualena (Dharmayudha *et al.*, 2016). Senyawa ini berstruktur siklik yang rumit, kebanyakan berupa alkohol, aldehida, atau asam karboksilat yang membentuk struktur ditunjukkan pada gambar 2.5 (Habibi *et al.*, 2018). Senyawa triterpenoid pada tumbuhan berfungsi sebagai pertahanan terhadap serangga pengganggu dan faktor pengaruh pertumbuhan (Harborne, 1987) (Putra *et al.*, 2016). Uji yang banyak digunakan adalah reaksi Liebermann-Burchard ditunjukkan terjadi perubahan warna merah-ungu, coklat menunjukkan triterpenoida. Putra *et al.*, (2016) melakukan uji fitokimia pada daun kelor yang diekstrak menggunakan pelarut etanol 96%. Hasil ekstrak yang diperoleh positif terkandung senyawa triterpenoid ditunjukkan dengan terbentuknya warna merah jingga.



Gambar 2.5 Struktur senyawa Triterpenoid (Putra *et al.*, 2016)

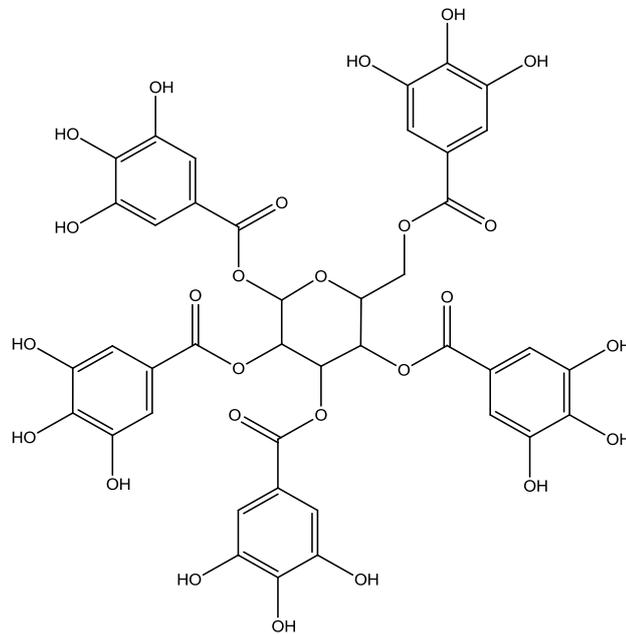
Steroid secara umum merupakan senyawa yang memiliki struktur siklik dan mempunyai gugus hidroksil. Steroid pada tumbuhan mempunyai kerangka dasar siklopentanaperhidrofenantrena, mempunyai empat cincin terpadu (Putra *et al.*, 2016). Senyawa ini memiliki beberapa kegunaan bagi tumbuhan yaitu sebagai pengatur pertumbuhan (seskuiterpenoid abisin dan giberelin), karotenoid sebagai pewarna dan memiliki peran dalam membantu proses fotosintesis (Moghimpour & Handali, 2015). Struktur steroid ditunjukkan pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Struktur senyawa Steroid (Putra *et al.*, 2016)

Tannin merupakan senyawa polifenol yang bersifat basa dan memiliki rasa sepat. Tannin termasuk golongan senyawa aktif tumbuhan yang tersebar di banyak spesies tanaman, dan berperan dalam perlindungan dari predasi dan dalam regulasi pertumbuhan tanaman (Putra *et al.*, 2016). Struktur senyawa tannin terdiri dari cincin benzena (C_6) yang berikatan dengan gugus hidroksil ($-OH$), ditunjukkan

pada gambar 2.7 (Noer *et al.*, 2018). Uji fitokimia tannin terhadap ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* L.) oleh Putra *et al.*, (2016) menunjukkan hasil positif mengandung tannin. Adanya gugus fenol ditunjukkan dengan warna hijau kehitaman atau biru tua setelah ditambahkan dengan FeCl_3 .



Gambar 2.7 Struktur senyawa tanin

Saponin merupakan glikosida alami dari seopogenin dengan suatu fungsi nitrogen maupun triterpinoid yang ditemukan pada tanaman (Putra *et al.*, 2016). Saponin memiliki berat molekul lebih tinggi dari triterpenoid atau steroid dan terdiri dari bagian gula seperti glukosa, galaktosa, asam glukuronat dan xilosa yang terkait dengan aglikon hidrofobik (Moghimpour & Handali, 2015). Timbulnya busa pada uji saponin menunjukkan adanya glikosida yang mempunyai kemampuan untuk membentuk buih dalam air yang terhidrolisis menjadi glukosa dan senyawa lainnya (Patel *et al.*, 2014). Senyawa saponin akan cenderung tertarik oleh pelarut yang bersifat semi polar seperti methanol (Sharma & Paliwal, 2013).

2.4 Antioksidan

Antioksidan adalah suatu senyawa yang secara signifikan dapat menghambat atau mencegah oksidasi substrat dalam reaksi berantai (Inggrid & Santoso, 2014). Antioksidan bekerja sebagai penetral radikal bebas dengan mendonorkan electron kepada molekul radikal bebas dan mereduksi ion logam sehingga dapat menghambat atau mencegah oksidasi substrat dalam reaksi berantai (Mtaki *et al.*, 2020). Antioksidan dapat menghambat reaksi oksidasi akibat radikal bebas atau *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang terbentuk sebagai hasil dari metabolisme oksidatif yaitu hasil dari reaksi kimia dan proses metabolik yang terjadi dalam tubuh sehingga dapat melindungi sel-sel dari kerusakan yang disebabkan oleh molekul tidak stabil (Yuliani & Dienina, 2015).

Berdasarkan sumbernya, antioksidan dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu antioksidan yang sudah diproduksi didalam tubuh (antioksidan endogen), antioksidan sintetis (antioksidan yang diperoleh dari hasil sintesa reaksi kimia) dan antioksidan alami (antioksidan hasil ekstraksi bahan alami). Senyawa antioksidan alami pada umumnya berupa vitamin C, vitamin E, karotenoid, senyawa fenolik, dan polifenolik yang dapat berupa golongan flavonoid, turunan asam sinamat, kuomarin, tokoferol dan asam-asam organik polifungsional (Patria & Soegihardjo, 2013). Adanya gugus $-OH$ pada tokoferol (Vit.E) dan senyawa fenol lainnya serta ikatan rangkap ($>C=C<$) pada β -karoten dapat menghambat dan menetralkan reaksi radikal bebas (Parwani, 2016). Keaktifan dari senyawa antioksidan ditentukan adanya gugus fungsi $-OH$ (hidroksil) bebas dan ikatan rangkap karbonkarbon $>C=C<$ karena gugus ini dapat memberikan 1

molekul hidrogennya sehingga ROS menjadi stabil dan terbentuk radikal bebas baru yang kurang reaktif (Parwata, 2015).

Beberapa contoh antioksidan sintetis yang diizinkan dan telah sering digunakan di bidang industri kosmetik, obat, makanan maupun minuman, yaitu *Butil Hidroksi Toluena* (BHT), Propil galat, *Tert-Butil Hidroksi Quinon* (TBHQ) dan tokoferol (Parwata, 2015). Penggunaan antioksidan sintetis dapat memberikan efek toksik dan karsinogenik terhadap tubuh manusia. Oleh karena itu, dilakukan usaha untuk mencari antioksidan alami yang berasal dari tanaman yang dapat memberikan pengaruh lebih baik dari antioksidan sintetis, khususnya apabila ditinjau dari segi kesehatan.

Tubuh manusia dapat memproduksi senyawa seperti enzim SOD (*superoksida dismutase*), katalase dan glutathione yang berfungsi mengangkal radikal bebas, tetapi jumlahnya terbatas sehingga diperlukan antioksidan melalui makanan yang dikonsumsi seperti vitamin dan antioksidan. Sumber antioksidan alami ini dapat diperoleh dari buah-buahan dan sayuran (Apriani *et al.*, 2019). *Moringa oleifera* memiliki kandungan flavonoid dan fenolik yang berpotensi sebagai sumber antioksidan (Purba, 2020). Senyawa fenolik dan flavonoid berfungsi sebagai antioksidan karena memiliki gugus hidroksil yang dapat mendonorkan hidrogen sehingga dapat menetralkan radikal bebas. Penelitian Hasanah *et al.*, (2017) ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera*) menunjukkan kekuatan aktivitas antioksidan (IC₅₀) yang tinggi yaitu 89,305 ppm.

Daun kelor memiliki beragam senyawa aktif yang bermanfaat. Berdasarkan penelitian Yuliani (2015), infusa daun kelor mengandung senyawa aktif yang dapat berkhasiat sebagai antioksidan yaitu flavonoid, saponin, tanin dan

triterpenoid. Penelitian lain yang dilakukan Patel *et al.*, (2014) ekstrak etanol daun kelor menggunakan metode sonikasi menunjukkan bahwa *Moringa oleifera* mengandung berbagai senyawa fitokimia seperti alkaloid, flavonoid, karbohidrat, glikosida, saponin, tannin dan terpenoid. Antioksidan dalam daun kelor memiliki aktivitas netralisasi radikal bebas yang mencegah kerusakan oksidatif di sebagian besar biomolekul dan menghasilkan perlindungan yang signifikan terhadap kerusakan oksidatif dalam tubuh (Baldisserotto *et al.*, 2018). Potensi tumbuhan kelor sebagai sumber nutrisi dan manfaatnya dibidang kesehatan dijelaskan dalam penelitian Islam *et al.*, (2021) bahwa ekstrak metanol dan ekstrak etanol daun *Moringa oleifera* yang berasal dari India memiliki aktivitas antioksidan tertinggi dengan masing-masing persen aktifitas antioksidan sebesar 65,1 dan 66,8%. Sehingga, tanaman kelor dapat menjadi sumber antioksidan alami yang dapat dimanfaatkan manusia karena senyawa antioksidan dalam serbuk kelor tersebut dapat memberikan perlindungan dari stres oksidatif atau radikal bebas.

2.5 Radikal Bebas

Radikal bebas merupakan suatu atom, gugus, molekul atau senyawa yang orbital terluarnya memiliki satu atau lebih molekul yang tidak berpasangan, sehingga bersifat sangat reaktif (Hasanah dkk, 2017). Kehadiran satu atau lebih elektron tak berpasangan menyebabkan molekul ini mudah tertarik pada suatu medan magnetic (paramagnetik) dan menyebabkan molekul sangat reaktif dan menyebabkan terjadi penyerangan dengan mengikat elektron sekitarnya. Radikal bebas dapat bermuatan negatif (anion), bermuatan positif (kation) atau tidak bermuatan (Parwata, 2016). Radikal bebas yang keberadaannya paling banyak

dalam sistem biologis tubuh adalah radikal bebas turunan oksigen atau *reactive oxygen species* (ROS) dan *reactive nitrogen species* (RNS).

Setiap ketidakseimbangan ke dalam system tubuh dikenal sebagai stres oksidatif yang dapat terjadi karena berbagai penyakit atau ketidakseimbangan dalam sistem fisiologis normal. Pada tahap yang parah, tahap oksidatif mengubah kerusakan sel menjadi berbagai penyakit kronis (Islam *et al.*, 2021). Radikal bebas berasal dari debu, ataupun produksi berkelanjutan yang memiliki dampak buruk bagi tubuh manusia (Inggrid & Santoso, 2014). Radikal bebas dapat menyebabkan gangguan kesehatan dan penyakit degeneratif pada manusia seperti kanker, penyakit jantung koroner, gagal ginjal, penuaan dini dan penyakit kardiovaskular serta dapat menyebabkan oksidatif yang menyerang protein, DNA, dan lipid (Soegihardjo & Patria, 2013).

2.6 Metode Uji Antioksidan DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil)

Salah satu uji kuantitatif untuk menentukan aktivitas antioksidan yang paling umum digunakan adalah penangkapan radikal bebas (*free radical scavenging*) menggunakan radikal *1,1-difenil-2-pikrilhidrazil* (DPPH) (Erika *et al.*, 2014). DPPH (*1,1-difenil-2-pikrilhidrazil*) adalah senyawa radikal bebas yang stabil dari gugus nitrat oksida, yang memiliki karakteristik kerapatan kristal ungu kehitaman, larut dalam air, DMF atau pelarut etanol / metanol, dengan rumus molekul $C_{18}H_{12}N_5O_6$ dan berat molekul 394,3 g, sering digunakan untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan dari beberapa senyawa atau ekstrak bahan alami (Bursal *et al.*, 2020). Penyimpanan DPPH dalam wadah ditutup pada $-20^{\circ}C$ (Islam *et al.*, 2021). Metode DPPH digunakan secara ekstensif untuk menguji kemampuan senyawa yang bertindak sebagai donor elektron atau hidrogen,

sehingga dapat mengukur aktivitas antioksidan total baik dalam pelarut polar dan non-polar. Beberapa metode lain terbatas untuk mengukur senyawa yang dapat larut dalam pelarut yang digunakan dalam analisis. Metode DPPH mengukur semua komponen antioksidan, baik yang larut dalam lemak atau dalam air (Kamal & Aris, 2021). Metode DPPH dipilih karena sederhana, mudah, cepat, sensitif dan efektif karena memerlukan sampel sedikit. Radikal bebas DPPH yang memiliki elektron tak berpasangan memberikan warna ungu dan menghasilkan daya serap dengan panjang gelombang maksimum (Absorbansi) 517 nm dalam spektrofotometri UV-VIS (Rizkayanti *et al.*, 2017).

Radikal bebas DPPH akan ditangkap oleh senyawa antioksidan dengan mereaksikan atom hidrogen dari senyawa antioksidan oleh radikal bebas untuk mendapatkan pasangan elektron dan mengubahnya menjadi *hidrazin picryl* tertentu (DPPH-H). DPPH menerima electron atau radikal hidrogen akan membentuk molekul diamagnetik yang stabil. Interaksi antioksidan dengan DPPH baik dengan transfer elektron atau radikal hidrogen di DPPH, akan menetralkan karakter radikal bebas DPPH (Mahoney & Molyneux, 2004). Hasilnya dapat diamati dengan perubahan larutan dari warna ungu menjadi kuning. Perubahan intensitas warna terkait dengan jumlah electron DPPH yang menangkap atom hidrogen atau proses donasi elektron dari senyawa antioksidan terhadap hidrogen, sehingga perubahan warna dari ungu ke kuning dan DPPH tidak memberikan serapan pada panjang gelombang 517 nm. Warna akan berubah menjadi kuning ketika elektron tidak berpasangan (electron bebas) (Mtaki *et al.*, 2020). Peningkatan efek intensitas warna menunjukkan peningkatan kemampuan antioksidan untuk menangkap radikal bebas. Kekuatan antioksidan diperoleh

dengan mengurangi jumlah intensitas pewara ungu DPPH yang sebanding dengan pengurangan konsentrasi larutan DPPH dengan mengukur absorbansi larutan uji (Patel *et al.*, 2014).

Metode spektrofotometri menggunakan DPPH merupakan metode yang sederhana, mudah, sensitif, dan menggunakan sampel dalam jumlah yang sedikit dengan waktu yang singkat (Yuliani, 2015). Hasil pengukuran absorbansi dengan menggunakan spektrofotometri UV –VIS digunakan untuk menghitung persentase peredaman radikal bebas DPPH. % peredaman radikal bebas DPPH dihitung dengan menggunakan rumus (Sayuti, 2015):

$$\% \text{ Aktivitas antioksidan} = 1 - \frac{\text{Abs sampel}}{\text{Abs blanko}} \times 100\% \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan : Abs blanko = Absorbansi DPPH setelah direaksikan dengan etanol
Abs sampel = Absorbansi infusa daun kelor setelah direaksikan dengan DPPH.

Hasil % Aktivitas antioksidan dengan nilai 0 % menunjukkan sampel tidak mempunyai aktivitas antioksidan, sedangkan nilai 100% artinya pengujian aktivitas antioksidan perlu dilanjutkan dengan pengenceran sampel untuk mengetahui batas konsentrasi aktivitasnya. Suatu bahan dapat dikatakan aktif sebagai antioksidan apabila presentase aktivitas antioksidan $\geq 50\%$ (Jamilah, 2021). Absorbansi kontrol yang digunakan dalam prosedur DPPH ini adalah absorbansi DPPH sebelum ditambahkan sampel ekstrak daun kelor. Kontrol tersebut digunakan untuk mengkonfirmasi kestabilan sistem pengukuran dan berfungsi menjaga total konsentrasi DPPH dalam serangkaian pengukuran tetap konstan (Menezes Maciel Bindes *et al.*, 2019).

Parameter IC_{50} dalam metode DPPH merupakan bilangan yang menunjukkan konsentrasi ekstrak (mg/ml) yang dapat menurunkan 50% intensitas

serapan dan menunjukkan aktivitas antioksidan secara kuantitatif (Patel *et al.*, 2014). IC_{50} adalah konsentrasi larutan uji yang memberikan peredaman DPPH sebesar 50%. Semakin kecil nilai absorbansi maka semakin tinggi nilai aktivitas penangkapan radikal. Semakin kecil IC_{50} suatu senyawa uji maka senyawa tersebut semakin efektif sebagai penangkal radikal bebas (Molyneux, 2004). Secara spesifik, ketentuan kekuatan antioksidan ditunjukkan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Ketentuan kekuatan antioksidan (Molyneux, 2004)

Nilai IC_{50}	Kekuatan
< 50 ppm	Sangat kuat
50-100 ppm	Kuat
100-150 ppm	Sedang
>150 ppm	Lemah

Penelitian Yuliani & Dieninna (2015) tentang uji aktivitas antioksidan infusa air daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) dengan metode DPPH diperoleh nilai IC_{50} sebesar 51,33 ppm. Penelitian lain dilakukan oleh Parwata (2016) dihasilkan ekstrak metanol daun kelor dengan metode maserasi, menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat dengan nilai IC_{50} 49,30 $\mu\text{g}/\text{m}$. Selain itu, penelitian Rizkayanti *et al.* (2017) diperoleh hasil perhitungan akhir IC_{50} ekstrak air dari daun kelor sebesar 57,5439 ppm, untuk ekstrak etanol dari daun kelor mempunyai IC_{50} sebesar 22,1818 ppm. Kamal & Aris (2021) ekstrak etanol 70% daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) memiliki aktivitas antioksidan yang sedang dengan nilai nilai IC_{50} (50,595 $\mu\text{g}/\text{mL}$).

Berdasarkan hasil pengukuran absorbansi tersebut, dapat ditentukan pula persentase penghambatan radikal bebas oleh ekstrak daun kelor dan vitamin C

tersebut pada berbagai konsentrasi. Penelitian (Rizkayanti *et al.*, 2017) diperoleh nilai IC_{50} dari persamaan regresi linear sebagai berikut:

$$\text{Ekstrak etanol} \quad Y = 1,8731X + 2,4804$$

$$\text{Ekstrak air} \quad Y = 1,4619X + 2,4265$$

$$\text{Vitamin C (Pembanding)} \quad Y = 1,2294X + 3,8383$$

Nilai r yang diperoleh untuk ekstrak etanol, air dan Vitamin C sebagai kontrol positif yaitu masing-masing 0,7082; 0,9156; dan 0,6488. Nilai r yang diperoleh dapat menunjukkan data probit. Apabila grafik hasil perhitungan memiliki nilai r mendekati 1 atau sama dengan 1, maka data hasil penelitian yang diperoleh sangat baik. Ekstrak etanol daun kelor dengan menggunakan metode maserasi diperoleh hasil aktivitas antioksidan IC_{50} sebesar 22,1818 ppm, sedangkan ekstrak air daun kelor dengan menggunakan metode dekok memiliki IC_{50} sebesar 57,5439 ppm.

2.7 Hidrogel Daun Kelor

2.7.1 Definisi Gel

Gel merupakan sediaan sistem semipadat yang terdiri dari suspensi yang dibuat dari partikel anorganik kecil atau molekul organik besar yang terdispersi oleh suatu cairan dan pergerakan medium pendispersinya terbatas oleh sebuah jalinan jaringan tiga dimensi dari partikel – partikel atau makromolekul yang terlarut pada fase pendispersi (Hasanah dkk, 2017). Menurut Ermawati & Ramadhani, (2020) gel adalah bentuk sediaan rute topical ketika suspensi terdispersi dalam suatu cairan. Gel hidrogel mengandung bahan terdispersi seperti

koloid (terlarut dalam air), meliputi hidrogel organik, natural dan gun sintetik dan hidrogel organik.

Hidrogel secara umum memiliki kemampuan untuk menyerap dan melepas air. Ketika terjadi kontak dengan air, grup hidrofilik yang bersifat polar dari hidrogel merupakan bagian awal yang akan terhidrasi oleh molekul air yang menyebabkan pembentukan ikatan primer. Proses pembentukan ikatan primer ini dapat terjadi karena adanya struktur rongga berukuran nano (*nanocavity*) pada jaringan polimer hidrogel yang memungkinkan terjadinya ikatan hidrogel antara molekul air dan grup polar hidrogel. Proses ini akan menyebabkan hidrogel secara struktur membengkak (*swells*) dan berakibat terbukanya struktur hidrogel yang bersifat hidrofobik yang juga memiliki kemampuan untuk mengikat air, sehingga terbentuk ikatan sekunder (Sari, 2019).

Hidrogel yaitu sistem hidrofilik yang utamanya terdiri dari 85 – 95% air atau campuran aqueous–alcoholic dan *gelling agent*. Hidrogel memberikan efek yang dapat mendinginkan karena adanya evaporasi pelarut. Hidrogel mudah untuk diaplikasikan serta dapat memberi kelembaban secara instan. Sifat dari hidrogel yaitu kandungan airnya relatif tinggi dan bersifat lembut, konsistensinya elastis sehingga kuat (Swarbick and Boylan, 1992). Hidrogel sangat cocok untuk penerapan pada kulit dengan fungsi kelenjar sebaceous yang berlebihan. Setelah hidrogel kering akan meninggalkan suatu film tembus pandang yang elastis serta daya lekat tinggi, tidak menyumbat pori kulit, dan mudah dicuci dengan air (Shanti, 2019). Gel dibuat dengan mencampur ekstrak (zat aktif) dengan basis yang sesuai. Basis air dalam membentuk gel memiliki kemampuan melembabkan dengan kandungan air yang tinggi. Berdasarkan hal tersebut, sediaan gel dengan

basis air dipilih untuk formulasi ekstrak etanol daun kelor sebagai antioksidan untuk kulit (Ulfa *et al.*, 2016).

2.7.2 Formulasi Sediaan Gel

Formula standar gel dengan basis CMC-Na memerlukan polimer-polimer dalam komposisi gel meliputi *gelling agent* (CMC-Na), humektan, serta bahan-bahan sintesis dan semi sintesis seperti gliserin, dan aquades (Slamet dkk, 2020). *Gelling agents* merupakan bahan tambahan dalam formulasi gel yang berfungsi untuk mengentalkan dan menstabilkan berbagai macam sediaan obat dan sediaan kosmetik. Carboxymethylcellulose sodium (CMC-Na) merupakan salah satu *gelling agent* yang dapat digunakan dalam pembuatan gel. CMC-Na merupakan garam natrium dari polikarboksimetil eter selulosa, memiliki berat molekul :0,52 g/mol, titik didih 527.1°C, titik leleh 149°C.

Natrium benzoat memiliki rumus empiris ($C_7H_5NaO_2$) dengan berat molekul 144,11. Natrium benzoat berwujud butiran atau Kristal putih, sedikit higroskopis, tidak berbau tajam atau sedikit bau kapur barus dan memiliki rasa seperti garam (Hermantojoyo, 2011). Natrium benzoat digunakan sebagai bahan pengawet mikroba yang aman dalam industri kosmetik, makanan dan obat dengan range tertentu.

Gliserin merupakan senyawa gliserida paling sederhana, terdiri dari gugus hidroksil yang bersifat higroskopik dan hidrofolik (Sukmawati dkk, 2019). Gliserin memiliki berat molekul 92,10 dan rumus molekul $C_2H_8O_3$. Gliserin umumnya digunakan dalam industri kosmetik sebagai zat humektan ($\leq 30\%$) karena gliserin memiliki sifat higroskopis sehingga dapat mengikat air dan

mengurangi jumlah air dalam sediaan gel. Gliserin berfungsi sebagai pengental sediaan gel (*thickening agent*).

Aquades (H₂O) merupakan pelarut universal yang umumnya digunakan sebagai pelarut berbagai senyawa kimia, organik netral yang mempunyai gugus fungsional polar seperti gula, alkohol, aldehida dan lainnya (Adani & Pujiastuti, 2018). Aquades berwujud cairan jernih, tidak berwarna, tidak berbau, tidak berrasa, memiliki pH 5,0-7,0 dan memiliki polaritas paling tinggi. Fungsi aquades dalam pembuatan gel sebagai fase air (pembawa) (Kesehatan RI., 1995).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Februari-Juni 2022 di Laboratorium Organik, Laboratorium Kimia Fisik dan Instrumentasi UV-Vis Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan Laboratorium Universitas Negeri Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *beaker glass*, neraca analitik, *magnetic stirrer*, termometer, spatula, tabung rjeaksi dan rak, batang pengaduk, penyaring, pH meter, autoklaf, pipet tetes, erlenmeyer, corong gelas, biuret tetes, sentrifuge, *water bath*, spektrofotometer UV-Vis, destikator dan piknometer, sonikasi, whatman no.1, plastik *wrap*, aluminium foil, *freeze dryer*, hotplate, botol reagen, shaker dan vortex, viscometer, *climatic chamber*.

3.2.2 Bahan

Bahan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun kelor yang diperoleh dari CV. Kelorwangi Berkah Melimpah. Bahan yang digunakan adalah aquades, indikator *phenolphthalein*, larutan NaOH 0,1 N, buffer 4 buffer 6, DPPH (*1,1-diphenil-2-pierylhydrozyl*), etanol 70%, larutan buffer, reagen biuret, Reagen Mayer, Reagen Dragendorff, asam sulfat pekat, HCl 2%, HCl 2N, besi (III) klorida 1% Mg, asam asetat anhidrat, CMC-Na, natrium benzoat, gliserin.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial. Pertama dilakukan preparasi sampel, ditimbang serbuk daun kelor dari dari CV. Kelorwangi Berkah Melimpah. Serbuk daun kelor kemudian diekstraksi dengan metode sonikasi menggunakan pelarut etanol 70%. Selanjutnya ekstrak yang diperoleh dipekatan menggunakan rotary evaporator. Dihitung rendemen ekstrak daun kelor.

Uji aktifitas antioksidan ekstrak daun kelor menggunakan larutan DPPH. Tingkat aktivitas antioksidan dapat diketahui dengan menghitung persentase inhibisi aktivitas antioksidan menggunakan data absorbansi yang diperoleh dari ekstrak etanol daun kelor. Hasil aktivitas antioksidan yang diperoleh kemudian diinterpretasikan dalam bentuk IC_{50} . Selanjutnya diuji fitokimia untuk identifikasi kandungan senyawa aktif yang terdapat dalam ekstrak daun kelor tersebut. Identifikasi meliputi uji alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, steroid, dan triterpenoid.

3.4 Tahapan Penelitian

Tahapan dari penelitian ini adalah:

1. Preparasi sample
2. Pembuatan ekstrak daun Kelor
3. Analisis aktivitas antioksidan dengan metode DPPH
4. Uji Fitokimia ekstrak daun kelor
5. Pembuatan gel daun kelor
6. Evaluasi sifat fisik masing-masing variasi gel daun kelor

7. Analisis aktivitas antioksidan variasi gel ekstrak daun kelor dengan metode DPPH
8. Analisis data

3.5 Cara Kerja

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu sterilisasi alat dan bahan yang akan digunakan dalam penelitian, pembuatan produk meliputi pembuatan ekstrak daun kelor metode ultrasonik, uji fitokimia senyawa metabolit sekunder daun kelor, uji antioksidan daun kelor, pembuatan formula gel daun kelor, uji antioksidan gel daun kelor, uji kestabilan fisik gel ekstrak etanol daun kelor dan pengukuran variabel penelitian.

3.5.1 Preparasi Sampel

Pembuatan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) oleh Kumiawan (2014) dengan ditimbang serbuk daun kelor dan diayak sehingga diperoleh simplisia daun kelor.

3.5.2 Pembuatan Ekstrak Daun Kelor

Proses ekstraksi serbuk daun kelor dilakukan dengan metode sonikasi (Ultrasonik). Daun kelor ditimbang sebanyak 30 gram, dilarutkan dalam pelarut etanol 70% sebanyak 300 mL selama 3 x 5 menit menggunakan *ultrasonic bath* pada frekuensi 42 KHz. Kemudian disaring dengan kertas whatman no.1. diulang ekstraksi sebanyak dua kali. Selanjutnya hasil ekstraksi dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* dengan suhu waterbath 40⁰C. Dipindahkan kedalam cawan porselen yang sudah dihitung beratnya. Keudian dioven dalam suhu 40⁰C selama

beberapa hari sampai kental. Ekstrak pekat ditimbang dan dihitung rendemennya dengan persamaan. Penentuan presentase hasil rendemen menggunakan rumus massa ekstrak dibagi dengan massa bahan baku kemudian dikali 100% (Jadhav *et al.*, 2016).

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{berat ekstrak } (W_e)}{\text{berat sampel } (W_t)} \times 100\% \dots\dots\dots (3.1)$$

3.5.3 Uji Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH

3.5.3.1 Pembuatan Larutan DPPH

Larutan DPPH 0,2 mM sebanyak 1,5 mL dimasukan dalam tabung reaksi, ditambah 4,5 mL etanol dan didiamkan \pm 10 menit. Larutan tersebut ditutup dengan alumunium foil dan harus selalu dibuat baru. Kemudian dimasukkan dalam kuvet. Dicari λ_{maks} untuk digunakan pada tahap selanjutnya (Jamilah, 2021).

3.5.3.2 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum (λ_{max})

Larutan DPPH 0,2 mM ($M_r = 394,32$ gr/mol) sebanyak 1,5 mL dimasukkan dalam tabung reaksi, dilarutkan dengan 4,5 ml etanol 70% sampai homogen dan didiamkan selama 10 menit. Kemudian dimasukkan dalam kuvet dan diukur serapannya yang diperoleh pada rentang λ 510 – 520 nm dengan blalnko etanol (Jamilah, 2021).

3.5.3.3 Pengukuran Potensi Antioksidan pada Sampel

a) Absorbansi Kontrol: Larutan DPPH 0,2 mM diambil sebanyak 1,5 mL dan dimasukkan dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan etanol 70% sebanyak 4,5 mL dan ditutup dengan tissu, kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C (waktu

kestabilan yang telah didapatkan pada tahap sebelumnya), setelah itu larutan dimasukkan ke dalam kuvet hingga penuh dan diukur absorbansinya dengan λ_{maks} yang didapatkan.

b) Absorbansi sampel: Ekstrak dilarutkan dalam pelarut etanol 70% dengan 5 variasi konsentrasi 10 ppm, 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm dan 80 ppm. Diambil ekstrak etanol daun kelor sebanyak 4,5 mL dan dimasukkan dalam tabung reaksi. Kemudian ditambahkan 1,5 mL larutan DPPH ke dalam masing-masing variasi. Campuran tersebut divortex sampai homogeny. Setelah itu, diinkubasi dengan suhu 37 °C selama 10 menit, kemudian dimasukkan ke dalam kuvet untuk mengukur absorbansinya pada λ_{maks} (517 nm) menggunakan spektrofotometer UV-VIS. Perlakuan tersebut diulangi sebanyak tiga kali. Data absorbansi yang diperoleh dari masing-masing ekstrak dihitung nilai persen (%) aktivitas antioksidannya dan dimasukkan kedalam persamaan regresi linier hingga diperoleh IC_{50} . Nilai serapan DPPH sebelum dan sesudah penambahan sampel tersebut dihitung sebagai persen (%) aktivitas antioksidan atau % inhibisi dengan persamaan sebagai berikut (Erika *et al.*, 2014):

$$\text{Aktivitas antioksidan (\%)} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{\text{Absorbansi Kontrol}} \times 100\% \quad (3.2)$$

Setelah itu, hasil perhitungan dimasukkan ke dalam persamaan regresi dengan konsentrasi ekstrak (ppm) sebagai absis (sumbu X) dan nilai % inhibisi (antioksidan) sebagai koordinatnya (sumbu Y). Nilai IC_{50} dari perhitungan pada saat % inhibisi sebesar 50% $y - ax + b$ (Kamal & Aris, 2021).

3.5.4 Uji Fitokimia Senyawa Ekstrak Daun Kelor

Ekstrak daun kelor yang diperoleh, dilakukan uji fitokimia untuk mengetahui kandungan senyawa aktif, berupa uji alkaloid, uji flavonoid, uji saponin, uji tannin, uji steroid dan uji triterpenoid.

3.5.4.1 Uji Flavonoid

Uji flavonoid menggunakan pereaksi NaOH 10%. Ekstrak daun kelor sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan 4 tetes NaOH 10%. Keberadaan flavonoida akan ditunjukkan dengan terjadinya perubahan spesifik warna filtrat dari hijau kecoklatan menjadi hijau kekuningan (Putra *et al.*, 2016).

3.5.4.2 Uji Tanin

Ekstrak daun kelor yang akan diperiksa dimasukkan ke dalam tabung reaksi, dan ditambahkan 1 – 2 tetes pereaksi besi (III) klorida 1%. Dikocok secara vertical selama 10 detik. Keberadaan tanin akan ditunjukkan dengan terjadinya perubahan warna filtrat menjadi biru kehitaman (Noer *et al.*, 2018).

3.5.4.3 Uji Steroid dan Triterpenoid

Pengujian dilakukan dengan cara 2 mL ekstrak daun kelor yang akan diperiksa dimasukkan ke dalam 2 tabung reaksi, masing-masing ekstrak, ditambahkan dengan 3 tetes HCl pekat dan 1 tetes H₂SO₄ pekat. Jika masing-masing larutan terbentuk warna merah atau ungu maka positif mengandung terpenoid. Jika larutan terbentuk warna hijau-biru menunjukkan adanya steroid (Ergina & Pursitasari, 2014).

3.5.4.4 Uji Saponin

Sampel dipanaskan dengan 20 ml air dalam penangas air. Filtrat dikocok dan didiamkan selama 15 menit. Terbentuknya busa yang stabil berarti positif terdapat saponin (Ikalinus *et al.*, 2015).

Data dianalisis secara deskriptif kualitatif. Data yang diperoleh berupa data primer dari hasil skrining fitokimia ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) dalam skala laboratorium.

3.5 Formulasi Gel Ekstrak Daun Kelor

Ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera*) yang diperoleh, diformulasikan dalam bentuk sediaan gel dengan formulasi komposisi mengacu pada penelitian Slamet *et al.*, (2020). Formula gel ekstrak etanol daun kelor dapat dilihat dalam tabel 3.1:

Tabel 3.1 Formulasi sediaan gel ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.)

Nama Bahan	Formula (%)				Fungsi bahan
	F0	F2	F3	F4	
Ekstrak daun Kelor	10	20	30	40	Zat aktif
CMC-Na	3	3	3	3	Gelling agent
Natrium benzoate	15	15	15	15	Pengawet
Gliserin	8	8	8	8	Humektan
Aquades	100 ml	100 ml	100 ml	100 ml	Zat pembawa

Keterangan :

1. Formula dimodifikasi berdasarkan Slamet *et al.*, (2020)
2. F0, 1, 2, 3, 4 ; merupakan formula gel dengan penambahan ekstrak daun kelor berturut turut 0%, 2%, 4% dan 6% (bb) dari berat adonan.

3.5.5 Pembuatan Gel Ekstrak Daun Kelor

Prosedur pembuatan sediaan gel ekstrak daun kelor dengan variasi konsentrasi untuk memperoleh nilai optimum dilakukan dengan cara ekstrak daun

kelor ditimbang dengan masing-masing variasi (0, 2, 4 dan 6 gram) dimasukkan dalam *beaker glass*. Dilarutkan ekstrak dengan aquades 30 mL untuk masing-masing konsentrasi dan dipanaskan pada suhu 50⁰C. CMC-Na dipanaskan dengan 50 mL aquades diatas *magnetic stirrer* dengan kecepatan pengadukan 400 rpm dan suhu 70⁰C ditambah natrium benzoat sampai homogen. Setelah itu, ditambahkan gliserol dilarutkan dengan aquades 20 mL dengan suhu 90⁰C dan dihomogenkan. kemudian ditambahkan ke campuran CMC-Na. Dimasukkan ekstrak daun kelor dengan masing-masing variasi dan diaduk sampai homogen.

3.6 Uji Aktivitas Antioksidan Gel Daun Kelor

Uji antioksidan gel ekstrak daun kelor menggunakan metode DPPH dan ditentukan nilai peren (%) aktivitas antioksidannya. Penentuan IC₅₀ yaitu melalui reaksi penghambatan terhadap radikal DPPH. Prosedur uji aktivitas antioksidan gel daun kelor adalah sebagai berikut (Hardiyanthi, 2015):

Sampel dibuat dengan lima konsentrasi berbeda yang kemudian dicampurkan dengan radikal DPPH dan diamati absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm menggunakan Spektrofotometri UV-VIS. Nilai absorbansi yang diperoleh dihitung persentasi penghambatan radikal bebas yang kemudian ditentukan IC₅₀ melalui persamaan linear, nilai tersebut menunjukkan kekuatan aktivitas antioksidannya.

3.7 Analisis Data Uji Antioksidan Metode DPPH

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan menghitung persen (%) aktivitas antioksidan yang diperoleh dari data absorbansi gel daun kelor pada

konsentrasi 0, 10, 20, 30 dan 40 %. Setelah diperoleh data % aktivitas antioksidan pada masing-masing konsentrasi sampel, kemudian dilakukan perhitungan nilai IC_{50} dengan GraphPad Prism 8. Kemudian hasil gel ekstrak daun kelor juga dihitung persen konsentrasinya menggunakan perhitungan nilai IC_{50} dengan GraphPad Prism 8.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Ekstrak daun kelor memiliki aktivitas antioksidan (IC_{50}) ekstrak etanol daun kelor sebesar 22,61 ppm dan vitamin C sebagai pembanding nilai aktivitas antioksidannya sebesar 4,982 ppm. Aktivitas antioksidan (IC_{50}) hidrogel blanko, hidrogel F1, hidrogel F2, hidrogel F3, hidrogel F4 dan hidrogel Vitamin C, berturut-turut sebesar 313436787 ppm; 63,88 ppm; 51,04 ppm; 32,89 ppm; 24,29 ppm dan 18,38 ppm.
2. Kemampuan daya serap air (*swelling*) hidrogel terdapat perbedaan nilai massa *swelling* terhadap formula hidrogel dan waktu. Tidak ada interaksi antara formula hidrogel dengan waktu *swelling* hidrogel dalam menentukan nilai massa hidrogel setelah *swelling*. Nilai rata-rata daya serap hidrogel paling besar adalah formula 4.
3. Karakterisasi SEM ekstrak etanol daun kelor menunjukkan morfologi permukaan hidrogel daun kelor F0 lebih kasar, pori-pori semakin banyak dan besar, sedangkan F4 lebih halus, pori-pori lebih kecil. Distribusi pori hidrogel F4 lebih besar dari hidrogel F0.
4. Hasil *edible coating* buah jeruk dengan penambahan ekstrak kelor dapat menurunkan persentase uji susut bobot setelah empat belas hari sebanyak 7,41 %. Terdapat perbedaan nilai massa buah jeruk terhadap waktu penyimpanan buah jeruk.

5.2 Saran

1. Dilakukan pemisahan senyawa metabolit sekunder dengan metode kromatografi kolom untuk membandingkan kekuatan aktivitas antioksidan daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) antara ekstrak kasarnya dengan senyawa yang sudah murni.
2. Dilakukan formulasi dan uji kimia fisik dengan variasi gelling agent berbeda untuk mengetahui formulasi terbaik dan mengetahui kadar antioksidan hidrogel
3. Dilakukan variasi konsentrasi crosslink untuk mengetahui pengaruh terhadap sifat fisik dan daya serap air (*swelling*).

DAFTAR PUSTAKA

- Adani, S.I & Pujiastuti, Y.A. 2018. Pengaruh Suhu dan Waktu Operasi pada Proses Destilasi untuk Pengolahan Aquades di Fakultas Teknik Universitas Mulawarman. *Jurnal Chemurgy*. Volume 1, Nomor 1: 31-36.
- Adhiksana, Arief. 2017. Perbandingan Metode Konvensional Ekstraksi Pektin dari Kulit Buah Pisang dengan Metode Ultrasonik. *Journal of Research and Technology*. Volume 3, Nomor 2.
- Aminah, S; Ramdhan, T; Yanis, M. 2015. Kandungan Nutrisi dan Sifat Fungsional Tanaman Kelor (*Moringa oleifera*). *Buletin Pertanian Perkotaan*. Volume 5, Nomor 2.
- Apriani, R; Gaffar, S & Herlina, T. 2019. Cytotoxic Activity of Ethyl Acetate Fraction *Moringa oleifera* Leaves and Its Effect on Apoptosis Induction Against T47D Breast Cancer Cell Line. *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*. Volume 10, Nomor 1, 10.
- Arnanda, Q.P & Nuwarda, R.F. 2016. Review Article: Penggunaan Radiofarmaka Teknesium-99m dari Senyawa Glutation dan Senyawa Flavonoid Sebagai Deteksi Dini Radikal Bebas Pemicu Kanker. *Farmaka*. Volume 17, Nomor 8
- Ashadi, RC. dan Thaheer, H. 2010. *Jurnal Sintesis dan Karakterisasi Biodegradable Hidrogel dari Amorphallus Oncophyllus*. Fakultas Agribisnis dan Teknologi Pangan. Universitas Juanda : Bogor.
- Baldisserotto, A; Buso, P; Radice, M; Dissette, V; Lampronti, I; Gambari, R; Manfredini, S & Vertuani, S. 2018. *Moringa oleifera* Leaf Extracts as Multifunctional Ingredients for “Natural and Organic” Sunscreens and Photoprotective Preparations. *Molecules*. Volume 23, Nomor 3, 664.
- Baidowi, A. 2017. Uji Aktivitas Antioksidan dan Identifikasi Awal Golongan Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Kasar Metanol dan n-Heksana Teripang *Holothuria atra* Pantai Wedi Ireng Banyuwangi. Skripsi. UIN Malang.
- berdous, D dan Harrar F. H., 2016. green Synthesis Nanosilver Lead Hydrogel Nanocomposites for Antibacterial Application. *Kuala Lumpur Malaysia*. 18-10
- Buddin, S; Rithuan, A; Surni, A; Jamal, M dan Faiznur. 2018. Ultrasonic Assisted Extraction (UAE) of *Moringa oleifera* Seed Oil: Kinetic Study. *ASM Science Journal*. Volume 11, Nomer 3: 159-166.

- Bursal, E; Aras, A; Kılıç, Ö & Buldurun, K. 2020. Chemical constituent and radical scavenging antioxidant activity of *Anthemis kotschyana* Boiss. *Natural Product Research*. Volume , Nomor 1–4.
- Daood, N.M; Jassim, Z; Gareeb, M & Zeki, H. 2019. Studying The Effect of Different Gelling Agent on The Preparation and Characterization Of Metronidazole as Topical Emulgel. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 571–577.
- Departemen Kesehatan RI. 1995. *Farmakope Indonesia (IV)*. Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan.
- Ding, C; Zhao, L; Liu, F; Cheng, J; Gu, J; Dan, S; Liu, C; Qu, X & Yang, Z. 2010. Dually Responsive Injectable Hydrogel Prepared by In Situ Cross-Linking of Glycol Chitosan and Benzaldehyde-Capped PEO-PPO-PEO. *Biomacromolecules*. Volume 11, Nomor 4: 1043–1051.
- Dima, L.R.H; Fatimawati; Lolo, W.A. 2016. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* L.) Terhadap Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Pharmakon Jurnal Ilmiah Farmasi-Unsrat*. Volume 5, Nomor 2: 2320-2493.
- Endarini, L. H. 2016. Farmakognisi dan Fitokimia. Pusat Pendidikan SDM Kesehatan. Jakarta. 215 hal. Ergina, N.S; Pursitasari, I.D. 2014. Uji Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder pada Daun Palado (*Agave angustifolia*) yang Diekstraksi dengan Pelarut Air dan Etanol. *Jurnal Akademika Kimia*. Volume 3, Nomor 3: 165-172.
- Erika, B.R; Dellima, M & Sulistyawati, R. 2014. Aktivitas Penangkapan Radikal DPPH Oleh Fraksi N-Heksan dan Fraksi Etil Asetat Daun Kelor (*Moringa oleifera*, Lamk). *Media Farmasi*. Volume 11, Nomor 7.
- Ermawati, D.E & Ramadhani, C.I. 2020. Formulation of Anti-Acne Gel of *Moringa oleifera*, L. Ethanolic Extract and Antibacterial Test on *Staphylococcus epidermidis*. *Majalah Farmaseutik*. Volume 16, Nomor 2.
- Gebregiorgis Amabye, T., & Mekonen Tadesse, F. 2016. Phytochemical and Antibacterial Activity of *Moringa Oleifera* Available in the Market of Mekelle. *Journal of Analytical & Pharmaceutical Research*, 2(1). <https://doi.org/10.15406/japlr.2016.02.00011>
- Górka, J; Mayes, R.T; Baggetto, L; Veith, G.M & Dai, S. 2013. Sonochemical functionalization of mesoporous carbon for uranium extraction from seawater. *Journal of Materials Chemistry A*, 1(9), 3016. <https://doi.org/10.1039/c2ta01008a>
- Gwon, H.J; Lim, Y.M; Nho, Y.C & Baik, S.H. 2010. Humectants effect on aqueous fluids absorption of γ -irradiated PVA hydrogel followed by freeze

- thawing. *Radiation Physics and Chemistry*. Volume 79, Nomor 5: 650–653. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2009.12.011>
- Hardiyanthi, Febby. 2015. Pemanfaatan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dalam Sediaan Hand and Body Cream. *Skripsi*. Program Study Kimia UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- Habibi, A.I; Firmansyah, R.A; & Setyawati, S.M. 2018. Skrining Fitokimia Ekstrak n-Heksan Korteks Batang Salam (*Syzygium polyanthum*). *Indonesian Journal of Chemical Science*. Volume 6, Nomor 2: 1-4.
- Hairunissa. 2018. Pembuatan Hidrogel Semi Jaringan Polimer Interpenetrasi dari Kitosan dan Asam Akrilat Menggunakan Pengikat Silang N,N'-Metilen Bisakrilamida. *Skripsi*. Universitas Sumatera Utara.
- Hasanah, U; Yusriadi; Khumaidi, A. 2017. Formulasi Gel Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam) Sebagai Antioksidan. *Online Journal of Natural Science*. Volume 6, Nomor 1: 46 – 55.
- Hasanah, N; Susilo, J & Oktianti, D. 2017. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa Oleifera* Lamk) dengan Metode DPPH. *Jurnal Gizi dan Kesehatan*. Volume 9, Nomor 21: 97-102.
- Hasanah, U; Yusriadi, Y dan Khumaidi, A. 2017. Formulasi Gel Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam) Sebagai Antioksidan. *Natural Science: Journal of Science and Technology*. Volume 6, Nomor 1. <https://doi.org/10.22487/25411969.2017.v6.i1.8079>
- Hong, T. T., Okabe, H., Hidaka, Y., Omondi, B. A., & Hara, K. (2019). Radiation induced modified CMC-based hydrogel with enhanced reusability for heavy metal ions adsorption. *Polymer*, 181, 121772. <https://doi.org/10.1016/j.polymer.2019.121772>
- Ikalinus, R; Widyastuti, S.K dan Setiasih, N.L.E. 2015. Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Kulit Batang Kelor (*Moringa oleifera*). *Indonesia Medicus Veterinus*, 9.
- Ikhrar, M.S; Yudistira, A dan Wewengkang, D.S. 2019. Uji Aktivitas Antioksidan *Stylissa sp.* dengan Metode DPPH (*1,1-difenil-2-pikrilhidrazil*). *Pharmakon*. Volume 8, Nomor 4: 961.
- Inggrid, H.M dan Santoso, H. 2014. Ekstraksi Antioksidan dan Senyawa Aktif dari Buah Kiwi (*Actinida deliciosa*). *Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Katolik Parahyangan*, 43.
- Irawan, H; Agustina, E.F dan Tisnadjaja, T. 2019. Pengaruh Konsentrasi Pelarut Etanol Terhadap Profil Kromatogram dan Kandungan Senyawa dalam Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papayya* L.) dan Daun Patikan Kebo (*Euphorbia hirta* L.). *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. ISBN 978 602 50942 2 4 Jurusan Kimia FMIPA UNMUL

- Islam, Z; Islam, S.M.R; Hossen, F; Mahtab-ul-Islam, K; Hasan, M. R dan Karim, R. 2021. Moringa oleifera is a Prominent Source of Nutrients with Potential Health Benefits. *International Journal of Food Science*, Volume 1, Nomor 11. <https://doi.org/10.1155/2021/6627265>
- Isnain W dan Nurhaedah, M. 2017. Ragam Manfaat Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* lamk.) bagi Masyarakat. *Jurnal Info Teknis EBONI*. Volume 14, Nomor 1: 63-75
- Jadhav, A.J; Holkar, C.R; Goswami, A.D; Pandit, A.B dan Pinjari, D.V. 2016. Acoustic Cavitation as a Novel Approach for Extraction of Oil from Waste Date Seeds. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. Volume 4, Nomor 8: 4256–4263. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.6b00753>
- Jalaluddin, A.M & Jalaluddin, A.S. 1990. *Tafsir Jalalain berikut Asbabunnuzul Ayat* (1st ed.). Sinar Baru Algensindo.
- Jamilah, Uswatun. 2020. Aktivitas antioksidan ekstrak air dan etanol daun kelor (*moringa oleifera* lamk.) menggunakan metode ekstraksi sonikasi [skripsi]. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Kamal, S.E dan Aris, M. 2021. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol 70% Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) terhadap DPPH. *Jurnal Pro-Life* Volume 8 Nomor 2. ISSN e-journal 2579-7557.
- Kharisma, D.N.I dan Safitri, C.I.N.H. 2020. Formulasi dan uji mutu fisik sediaan gel ekstrak. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek (SNPBS) ke-V*. Artikel Pemakalah Paralel. p-ISSN: 2527-533X
- Lodén, M; Von Scheele, J dan Michelson, S. 2013. The influence of a humectant-rich mixture on normalz skin barrier function and on once- and twice-daily treatment of foot xerosis. A prospective, randomized, evaluator-blind, bilateral and untreated-control study. *Skin Research and Technology*, n/a-n/a. <https://doi.org/10.1111/srt.12066>
- Mahoney, N and Molyneux, R.J. 2004. Phytochemical Inhibition of Aflatoxigenicity in *Aspergillus flavus* by Constituents of Walnut (*Juglans regia*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Volume 52, Nomor 7: 1882–1889. <https://doi.org/10.1021/jf030812p>
- Mangmool, S; Thongpraditchotec, S; Wongkrajanc, Y; Gritsanapan, W. 2013. Maximizing total phenolics, total flavonoids contents and antioxidant activity of Moringa oleifera leaf extract by the appropriate extraction method. *Industrial Crops and Products*. Volume 44: 566-571.
- Menezes Maciel Bindaes, M; Hespanhol Miranda Reis, M; Luiz Cardoso, V and Boffito, D.C. 2019. Ultrasound-assisted extraction of bioactive compounds from green tea leaves and clarification with natural coagulants (chitosan

- and Moringa oleifera seeds). *Ultrasonics Sonochemistry*. Volume 51: 111–119. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.10.014>
- Mermelstein, N. 2009. Determining Antioxidant Activity. *Food Technology*.
- Moghimpour, E & Handali, S. 2015. Saponin: Properties, Methods of Evaluation and Applications. *Annual Research & Review in Biology*. Volume 5, Nomor 3: 207–220. <https://doi.org/10.9734/ARRB/2015/11674>
- Mtaki, K; Kyewalyanga, M.S and Mtolera, M.S.P. 2020. Assessment of Antioxidant Contents and Free Radical-Scavenging Capacity of *Chlorella vulgaris* Cultivated in Low Cost Media. *Applied Sciences*. Volume 10, Nomor 23: 8611. <https://doi.org/10.3390/app10238611>
- Mudyantini, W., Santosa, S., Dewi Kumala., Bintoro N. 2016. Pengaruh Pelapisan Kitosan dan Suhu Penyimpanan terhadap Karakter Fisik Buah Sawo (*Manilkara achras* (Mill.) Fosberg) Selama Pematangan. *Agritech*. Vol 37 No 3
- Niazi, S. 2004. *Handbook of pharmaceutical manufacturing formulations*. CRC Press.
- Noer, S; Pratiwi, R. D & Gresinta, E. 2018. Penetapan Kadar Senyawa Fitokimia (Tanin, Saponin dan Flavonoid) sebagai Kuersetin Pada Ekstrak Daun Inggu (*Ruta angustifolia* L.). *Jurnal Eksakta*. Volume 18, Nomor 1: 19–29. <https://doi.org/10.20885/eksakta.vol18.iss1.art3>
- Nurahmanto, D; Mahrifah, I.R; Azis, R.F.N.I & Rosyidi, V.A. 2017. Formulasi Sediaan Gel Dispersi Padat Ibuprofen: Studi Gelling Agent dan Senyawa Peningkat Penetrasi. *Jurnal Ilmiah Manuntung*. Volume 3, Nomor 1: 96. <https://doi.org/10.51352/jim.v3i1.97>
- Parwani, L; Bhatnagar, M; Bhatnagar, A; Sharma, V. 2016. Evaluation of *Moringa oleifera* seed biopolymer-PVA composite hydrogel in wound healing dressing. *Iran Polym Journal*. Volume 25: 919–931. DOI 10.1007/s13726-016-0479-8
- Parwata, M.O.A. 2016. Antioksidan. *Bahan Ajar*. Kimia Terapan Program Pascasarjana Universitas Udayana.
- Patel, P; Patel, N; Patel, D; Desai, S & Meshram, D. 2014. Phytochemical Analysis and Antifungal Activity of *Moringa oleifera*. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. Volume 6, Nomor 5.
- Patria, W.D & Soegihardjo C.J. 2013. Uji Aktivitas Antioksidan Menggunakan Radikal *1,1-difenil-2-pikrilhidrazil* (DPPH) dan Penetapan Kandungan Fenolik Total Fraksi Etil Asetat Ekstrak Etanolik Daun Benalu (*Dendrophthoe pentandra* L. Miq.) yang Tumbuh di Pohon Kepel (*Stelechocarpus burahol* (Bl.) Hook. f.) *Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas*. Volume 10, Nomor 1: 51-60.

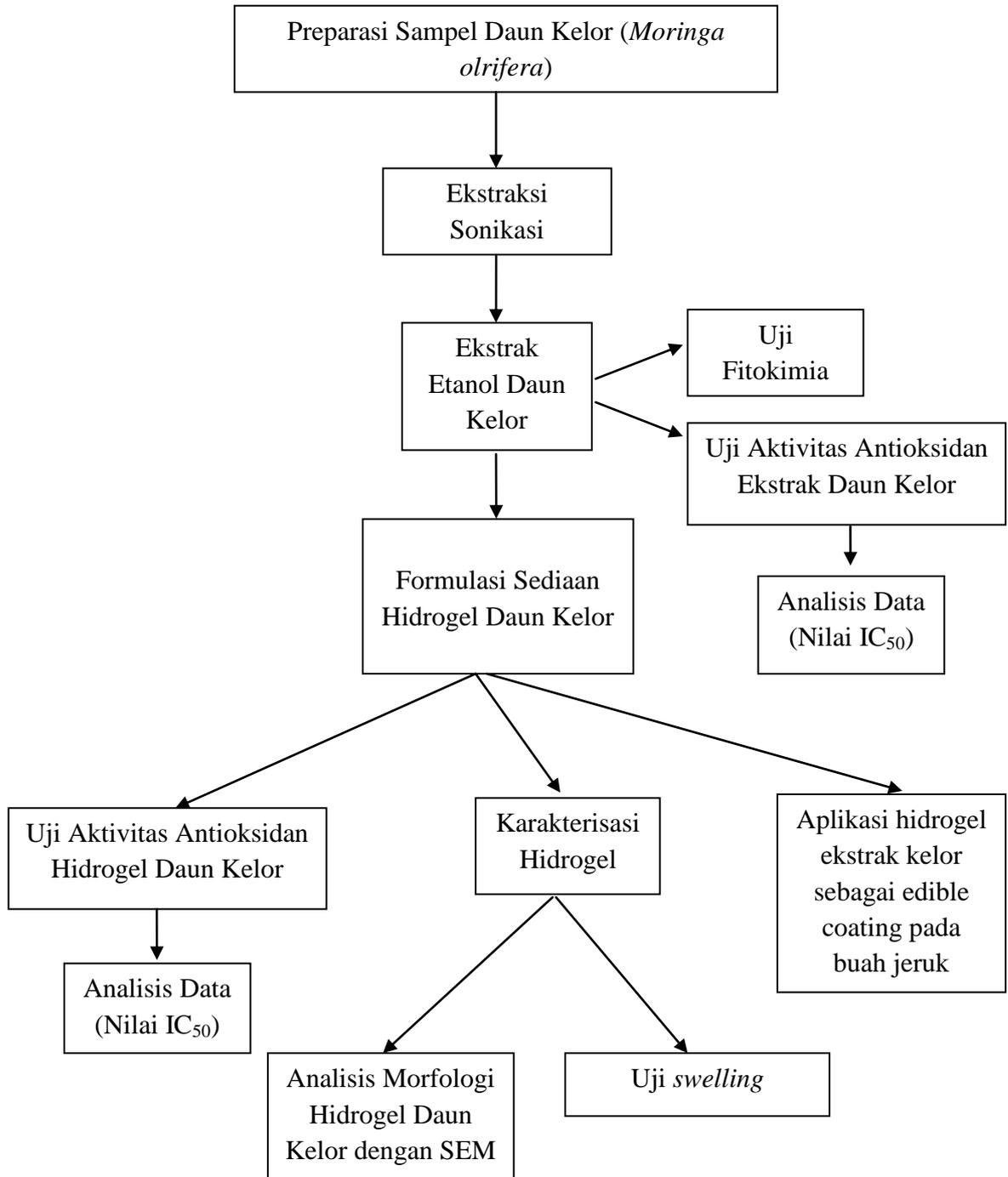
- Pongtuluran, O.B & Suzianti, A. 2020. The Use of Response Surface Method To Optimize The Ultrasound-assisted Extraction of Moringa Leaves. *Proceedings of the International Conference on Engineering and Information Technology for Sustainable Industry*. 1–6. <https://doi.org/10.1145/3429789.3429815>
- Purba, E.C. 2020. KELOR (*Moringa oleifera* Lam.): Pemanfaatan dan Bioaktivitas. *Pro-Life*. Volume 7, Nomor 1: 1–12.
- Putra, W.D.P; Dharmayudha, A.A.G.O; Sudimartini, L.M. 2016. Identifikasi Senyawa Kimia Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* L) di Bali. *Indonesia Medicus Veterinus*. Volume 5, Nomor 5: 464-473.
- Radiansah, R. 2013. Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleivera*) Sebagai Alternatif untuk Menurunkan Kadar Gula Darah pada Mencit. *Jurnal Akademika Kimia*. Volume 8, Nomor 2: 56-61.
- Rahayu, T.B; Nurindahsari, Y.A.W & Bangsa, S. G. 2018. Peningkatan Status Gizi Balita Melalui Pemberian Daun Kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Kesehatan Madani Medika*. Volume 9, Nomor 2: 5.
- Rahman, S Islam, M; Islam S; Zaman, A; Ahmed T Biswas, S; Sharmeen, S Rashid, T. A; and Rahman, M. M. 2018. Cellulose-Based Superabsorbent Hydrogels, Polymers and Polymeric Composites: A Reference Series . *Springer International Publishing*. Department of Applied Chemistry and Chemical Engineering, Faculty of Engineering and Technology, University of Dhaka, Dhaka, Bangladesh. halaman 1-39.
- Rahmatullah, M. S; Suryono, S & Suseno, J. E. 2021. Instrumentation System Of Flavonoid Compounds Of Moringa Leaf Using Ultrasound Assisted Extraction (UAE). *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*. Volume 25, Nomor 2: 6.
- Ranjha, M.M.A.N; Irfan, S; Lorenzo, J.M; Shafique, B; Kanwal, R; Pateiro, M; Arshad, R.N; Wang, L; Nayik, G.A; Roobab, U & Aadil, R.M. 2021. Sonication, a Potential Technique for Extraction of Phytoconstituents: A Systematic Review. *Processes*. Volume 9, Nomor 8: 1406. <https://doi.org/10.3390/pr9081406>
- Rasoulzadeh M, Namazi H (2017) Carboxymethyl cellulose/graphene oxide bio-nanocomposite hydrogel beads as anticancer drug carrier agent. *Carbohydr Polym* 168:320–326
- Rinaldi, R; Fauziah, F; Adriani, A; Silviana, E & Ritazahara, R. 2020. Studi Formulasi Gel Ekstrak Etanol Daun Nangka (*Artocarpus heterophyllus* Lam. L) dengan Basis Na-CMC dan Karbopol. *Jurnal Dunia Farmasi*, Volume 4, Nomor 3: 99–107. <https://doi.org/10.33085/jdf.v4i3.4664>

- Rizkayanti, R; Diah, A.W.M & Jura, M.R. 2017. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air dan Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.). *Jurnal Akademika Kimia*, Volume 6, Nomor 2: 125.
- Rukhana, Ilham Siti. 2017. Pengaruh Lama Pencelupan dan Penambahan Pengawet Alami dalam Pembuatan Edible Coating Berbahan Dasar Pati Singkong Terhadap Kualitas Pascapanen Cabe Merah. Skripsi. UIN Malang
- Sakinah. 2019. Penggunaan Metode Sonikasi dalam Ekstraksi Pektin Kulit Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*) dengan Konsentrasi Pelarut Asam Asetat dan Lama Waktu Ekstraksi. *Skripsi*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Saragih, D.E & Arsita, E.V. 2019. Kandungan fitokimia *Zanthoxylum acanthopodium* dan potensinya sebagai tanaman obat di wilayah Toba Samosir dan Tapanuli Utara, Sumatera Utara. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*. Volume 5, Nomor 1: 71-76.
- Safety Data Sheet(Msds) Propylene Glycol, USP. 2019. Medisca
- Sayuti, N.A. 2015. Formulasi dan Uji Stabilitas Fisik Sediaan Gel Ekstrak Daun Ketepeng Cina (*Cassia alata* L.). *Jurnal Kefarmasian Indonesia*. Volume 5, Nomor 2: 74–82. <https://doi.org/10.22435/jki.v5i2.4401>.
- Shafi, K.V.P.M. & Gedanken, A. 1999. Sonochemical approach to the preparation of barium hexaferrite nanoparticles. *Nanostructured Materials*. Volume 1, Nomor 4: 29–34. [https://doi.org/10.1016/S0965-9773\(99\)00060-4](https://doi.org/10.1016/S0965-9773(99)00060-4)
- Scherer, R., dan H. T. Godoy. 2009. Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. *Food Chemistry*. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814608007218>.
- Shanti, P.C. 2019. Formulasi dan Uji Aktivitas Antioksidan Emulgel Minyak Atsiri Bunga Cengkeh Menggunakan Metode (1,1-Difenil-2-Pikrilhidrazil) DPPH. *Skripsi*. Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran dan ilmu kesehatan universitas islam negeri maulana malik ibrahim malang.
- Sharma, V & Paliwal, R 2013. Isolation and Characterization of Saponins from *Moringa oleifera* (Moringaceae) pods. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. Volume 5, Nomor 6: 179-183.
- Silalahi, V.A.; Fachriyah, E & Wibawa, P.J. 2018. Isolation of Alkaloid Compounds from Ethanol Extract of Rimpang Galang Merah (*Alpinia purpurata* (Vielli) K. Schum) and nanoparticle production from its Alkaloid Extract. Comparative Study of Antibacterial Properties on *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. Volume 21, Nomor 1: 1 – 7

- Slamet, S; Anggun, B.D & Pambudi, D.B. 2020. Uji Stabilitas Fisik Formula Sediaan Gel Ekstrak Daun Kelor (*Moringa Oleifera* Lamk.). *Jurnal Ilmiah Kesehatan*. Volume 13, Nomor 2: 115–122.
- Sugihartini, N; Jannah S; Yuwono, T. 2020. Formulasi Gel Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lamk) Sebagai Sediaan Antiinflamasi. *Pharmaceutical Sciences and Research (PSR)*. Volume 7, Nomor 1: 9 - 16
- Suhaemi, Z; Husmaini, E; Yerizal, N & Yessirita. 2021. Pemanfaatan Daun Kelor (*Moringa oleifera*) dalam Fortifikasi Pembuatan Nugget. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. Volume 9, Nomor 1: 49–54. <https://doi.org/10.29244/jipthp.9.1.49-54>
- Sukmawati, A; Laeha, Ms.N & Suprpto, S. 2019. Efek Gliserin sebagai Humectan Terhadap Sifat Fisik dan Stabilitas Vitamin C dalam Sabun Padat. *Pharmacon: Jurnal Farmasi Indonesia*. Volume 14, Nomor 2: 40–47. <https://doi.org/10.23917/pharmacon.v14i2.5937>
- Sulaswatty, A. 2019. *Penerapan Teknologi Nonkonvensional dalam Ekstraksi Komponen Utama Atsiri dan Produk Turunannya di Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Press.
- Ulfa, M; Hendrarti, W & Muhram, P.N. 2016. Formulasi Gel Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) Sebagai Anti Inflamasi Topikal Pada Tikus (*Rattus novergicus*). *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences*. Volume 1, Nomor 2: 30-35
- Voluntary safety information following the Safety Data Sheet format according to Regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH). Triethanolamine $\geq 99\%$, for synthesis 2020. *United Kingdom (en)*. Both
- Warnida, H. 2017. Formulasi Gel Pati Bengkuang (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urb.) dengan Gelling Agent Metilselulosa. *Jurnal Ilmiah Manuntung*. Volume 1, Nomor 2: 121. <https://doi.org/10.51352/jim.v1i2.23>
- Yaqub, A. M. 2009. *Kriteria Halal-Haram Untuk Pangan, Obat dan Kosmetika Menurut al-Qur'an dan Hadist*. Pustaka Firdaus.
- Yudistirani, S.A & Islam, M.B. 2019. Metode Ekstraksi untuk Perolehan Kandungan Flavonoid Tertinggi dari Ekstrak Daun Kelor. *Jurnal Konversi*. Volume 8, Nomor 2: 31-36.
- Yuliani, N.Y & Dienina P. 2015. Uji Aktivitas Antioksidan Infusa Daun Kelor (*Moringa oleifera*, Lamk) dengan Metode *1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl* (DPPH). *Jurnal Info Kesehatan*. Volume 14. Nomer 2
- Yulianto, S. 2020. Identifikasi Alkaloid Daun Kelor (*Moringa oleifera* L). *Jurnal Kebidanan dan Kesehatan Tradisional*. Volume 5, Nomor 1: 55–57. <https://doi.org/10.37341/jkkt.v5i1.136>

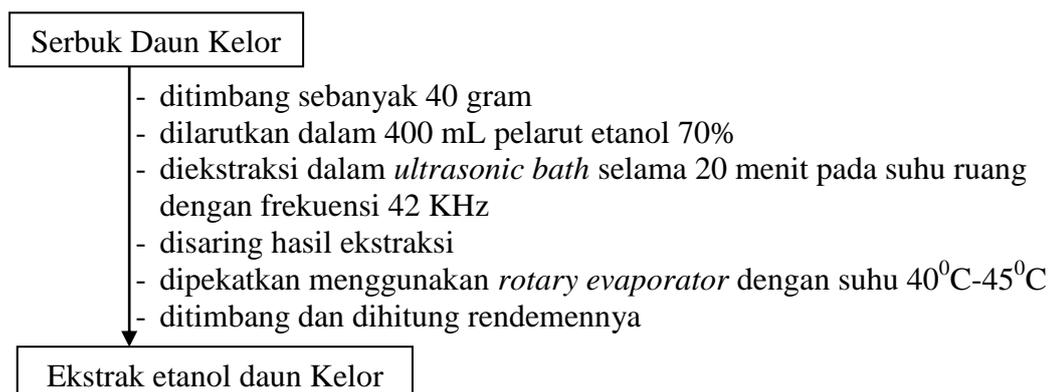
LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancangan Penelitian



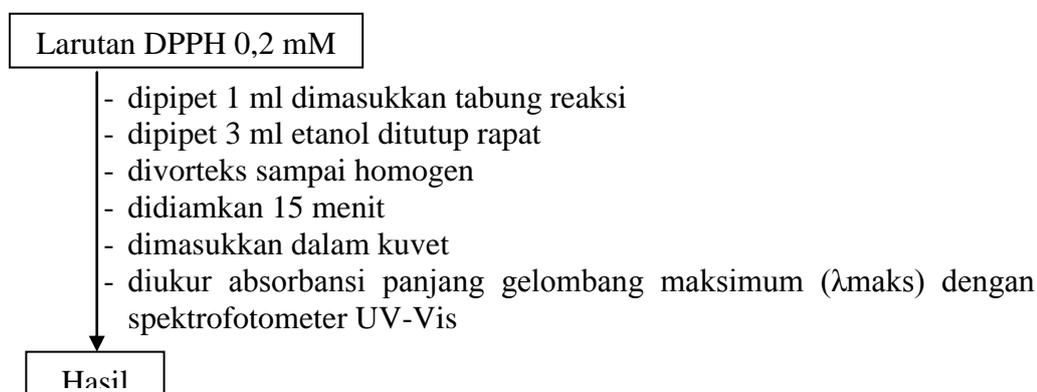
Lampiran 2. Diagram Alir Penelitian

L.2.1 Pembuatan Ekstrak Daun Kelor

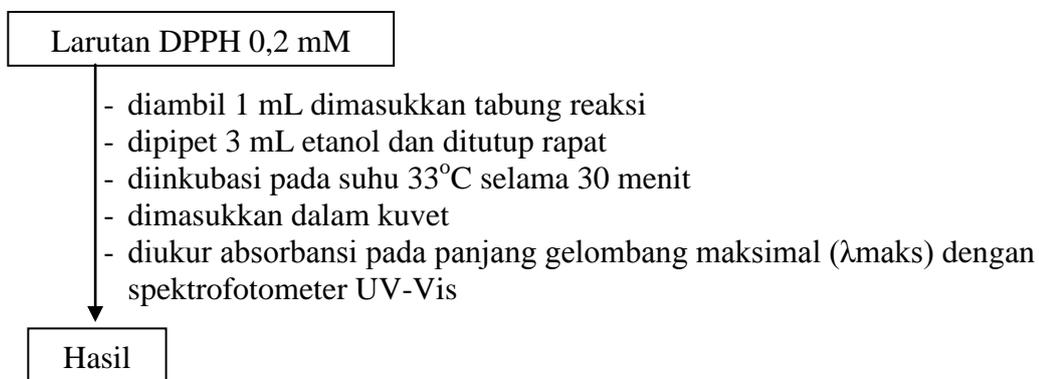


L.2.2 Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Kelor

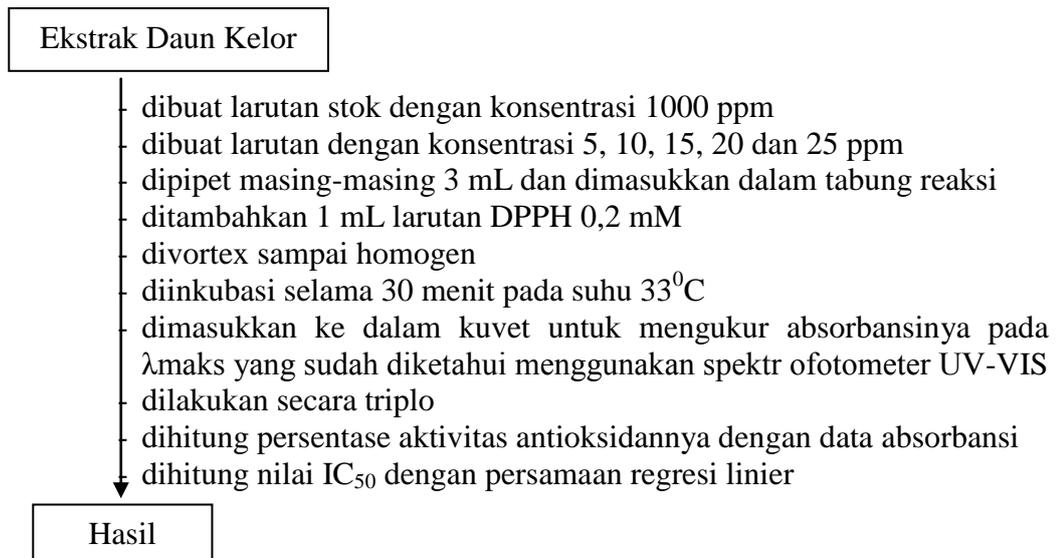
L.2.2.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum DPPH



L.2.2.2 Pengukuran Absorbansi Kontrol

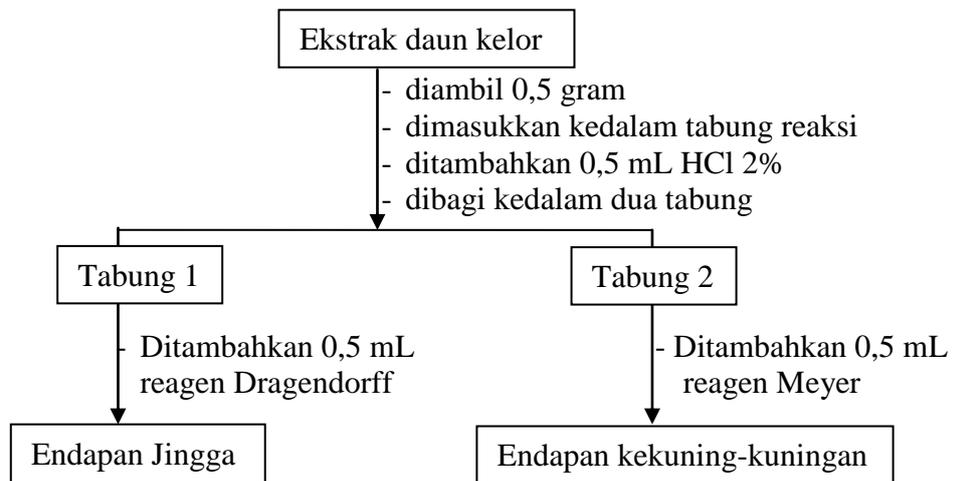


L.2.2.3 Pengukuran Absorbansi Sampel dengan Variasi Konsentrasi 5, 10, 15, 20 dan 25 ppm

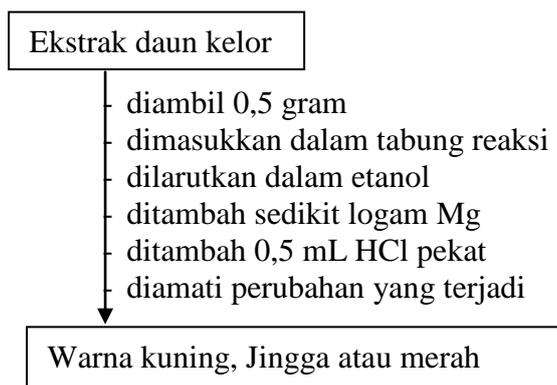


L.2.3 Uji Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Kelor

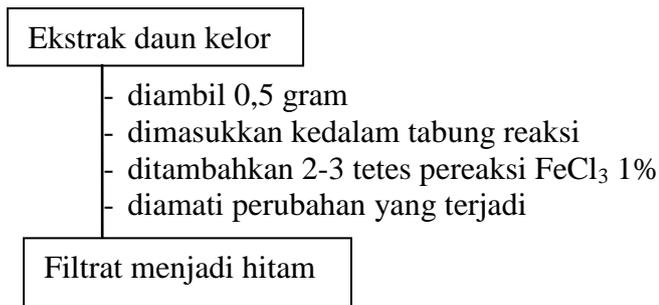
L.2.3.1 Uji Alkaloid



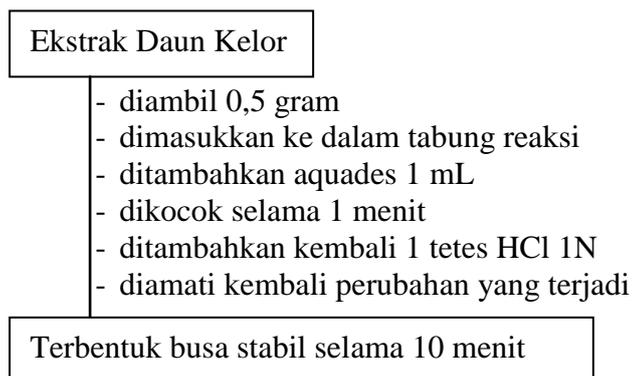
L.2.3.2 Uji Flavonoid



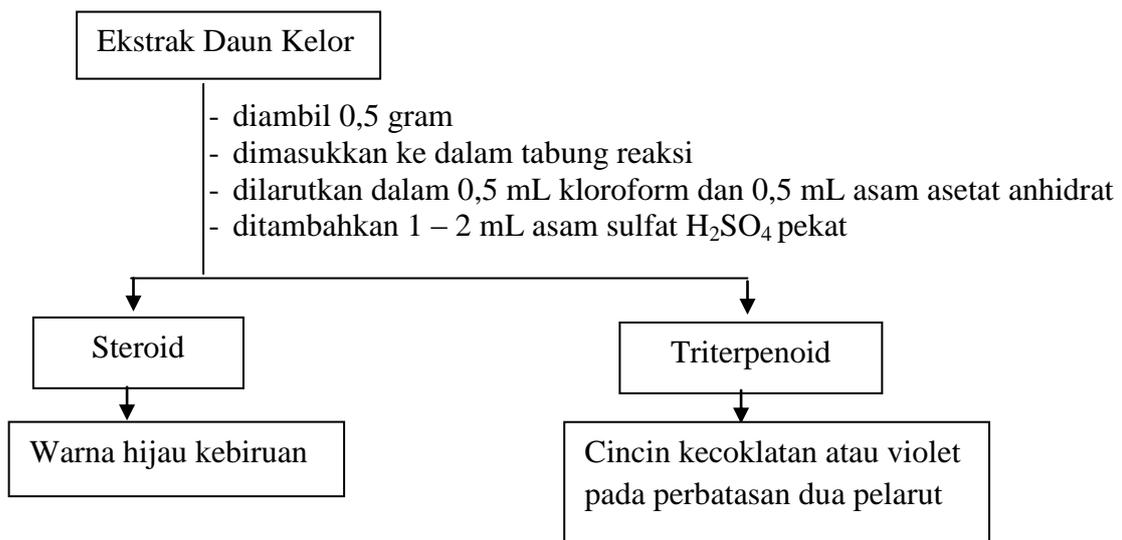
L.2.3.3 Uji Tanin



L.2.3.4 Uji Saponin



L.2.3.5 Uji Steroid dan Triterpenoid



L.2.4 Pembuatan Gel Ekstrak Etanol Daun Kelor

Ekstrak Daun Kelor

- ditimbang dengan masing-masing variasi (0,1; 0,2; 0,3 dan 0,4 gram)
- dimasukkan dalam *beaker glass*
- dilarutkan dengan aquades 30 mL (larutan 1)
- ditimbang 3 gram CMC-Na
- dimasukkan dalam *beaker glass*
- dilarutkan dengan 50 mL aquades diatas *magnetic stirrer* dengan kecepatan pengadukan 400 rpm
- didiamkan selama satu hari
- ditambah natrium benzoat dan diaduk sampai homogen (larutan 2)
- dipipet gliserin 10 mL dihomogenkan (larutan 3)
- ditambahkan larutan 3 kedalam larutan 2
- dibuat 5 kali
- dimasukkan ekstrak daun kelor dengan masing-masing variasi dan diaduk sampai homogen

Formula gel ekstrak daun kelor

L.2.5 Uji Aktivitas Antioksidan Hidrogel Ekstrak Daun Kelor

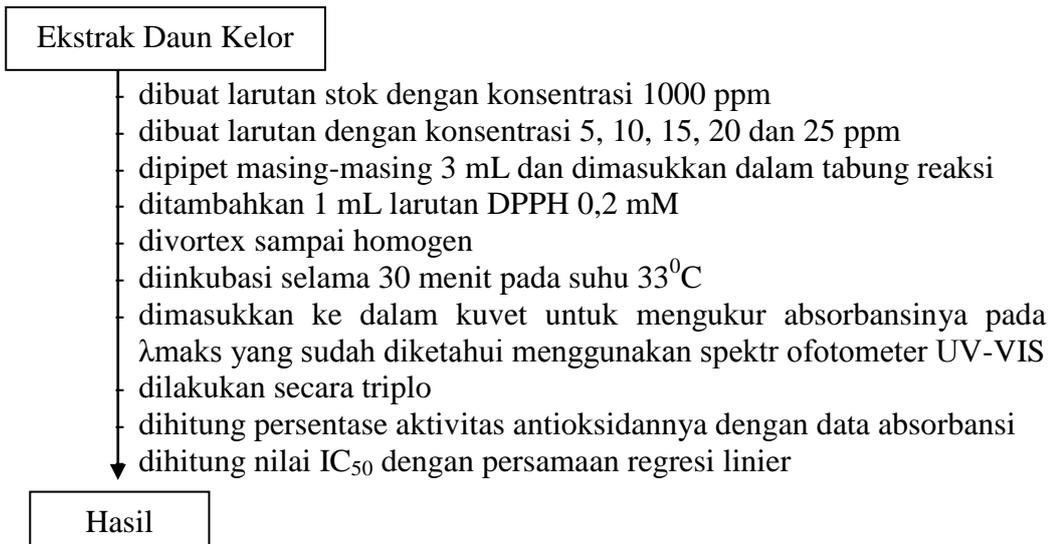
L.2.5.1 Pengukuran Absorbansi Kontrol

Larutan DPPH 0,2 mM

- ditimbang 1,57 mg serbuk DPPH
- dilarutkan dengan 20 mL etanol
- dihomogenkan
- dipipet 1 mL dimasukkan tabung reaksi
- dipipet 3 mL etanol dan ditutup rapat
- diinkubasi pada suhu 33°C selama 30 menit
- dimasukkan dalam kuvet
- diukur absorbansi pada panjang gelombang maksimal (λ_{maks}) dengan spektrofotometer UV-Vis

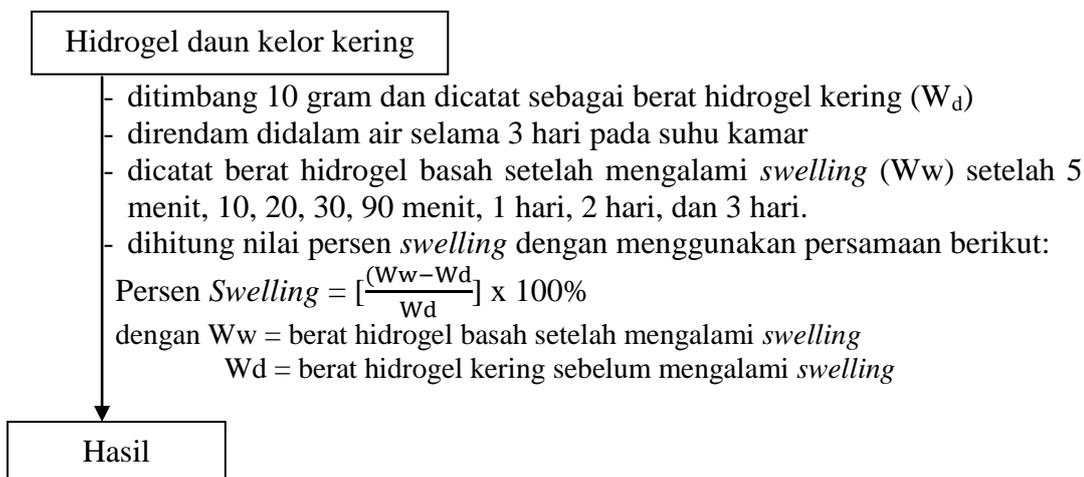
Hasil

L.2.5.2 Pengukuran Absorbansi Sampel dengan Variasi Konsentrasi 5, 10, 15, 20 dan 25 ppm

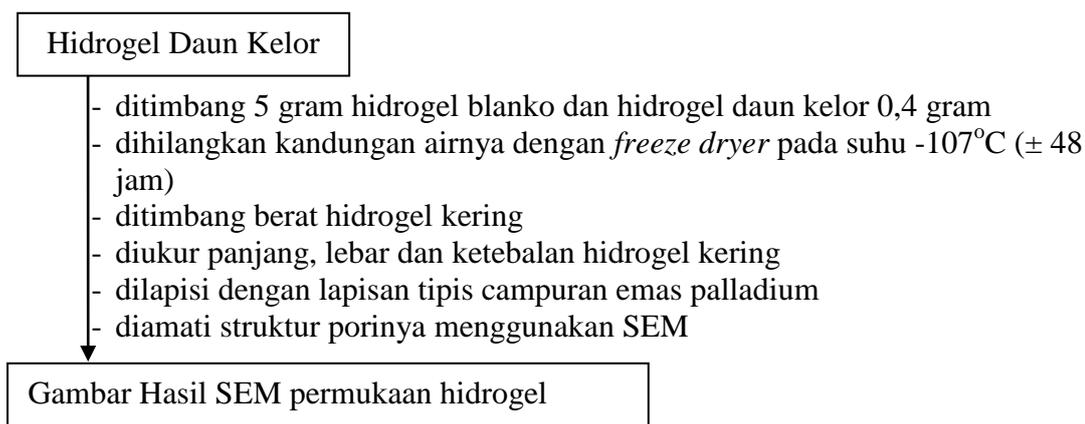


L.2.6 Karakterisasi Hidrogel

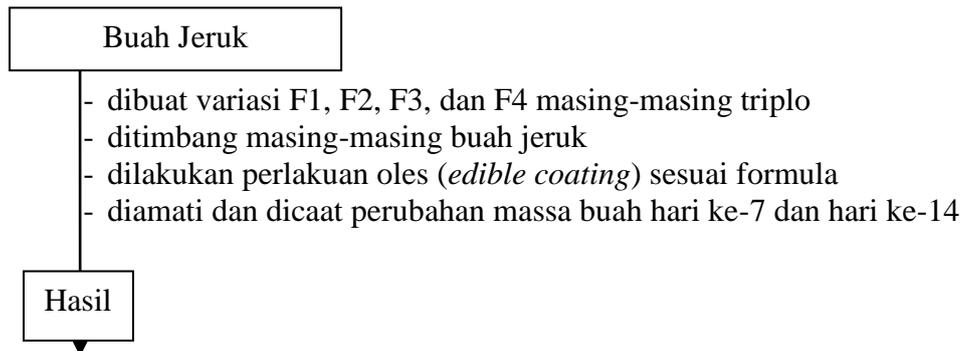
L.2.6.1 Uji swelling (*swelling test*)



L.2.6.2 Analisis Morfologi Hidrogel Daun Kelor



L.2.7 Aplikasi Hidrogel Daun Kelor sebagai (*edible coating*) pada Buah Jeruk



Lampiran 3 Perhitungan

L.3.1 Pembuatan larutan FeCl_3 1% (b/v)

$$\% \text{ konsentrasi} = \frac{\text{gr terlarut}}{\text{gr terlarut} + \text{gr pelarut}} \times 100 \%$$

$$\text{gr terlarut} + \text{gr pelarut} = \frac{\text{gr terlarut}}{\% \text{ konsentrasi}} \times 100 \%$$

$$1 \text{ gr} + \text{gr pelarut} = \frac{1}{1\%} \times 100\%$$

$$\text{gr pelarut} = \frac{\text{gr terlarut}}{\text{BJ pelarut}} = \frac{99 \text{ gr}}{1 \text{ gr/ml}} = 99 \text{ mL}$$

L.3.2 Pembuatan Reagen Larutan DPPH 0,2 mM

$$\text{BJ HCl pekat} = 1,19 \text{ gmL} = 1190 \text{ g/L}$$

$$\text{Konsentrasi} = 37\%$$

$$\text{BM HCl} = 36,42 \text{ g/mol}$$

$$n = 1 \text{ (jumlah mol H}^+\text{)}$$

$$\text{Normalitas HCl} = n \times \text{Molaritas HCl}$$

$$= 1 \times \frac{37\% \times \text{BJ HCl}}{\text{BM HCl pekat}}$$

$$= \frac{42 \text{ g/mol} \times 37\% \times 190 \text{ g/L}}{36}$$

$$= 12,09 \text{ N}$$

$$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$$

$$12,09 \text{ N} \cdot V_1 = 1 \text{ N} \cdot 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{1 \text{ N} \cdot 100 \text{ mL}}{12,09 \text{ N}} = 8,3 \text{ mL}$$